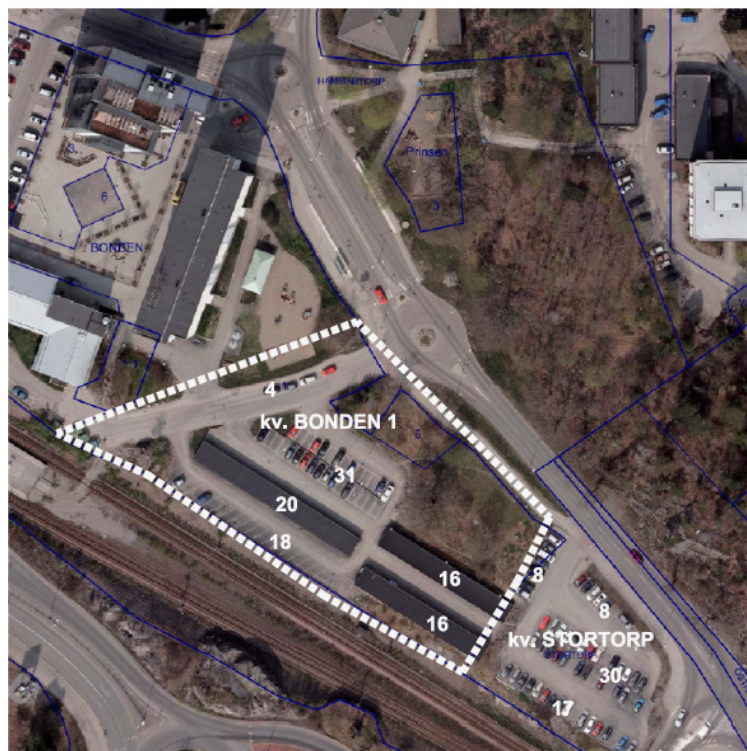


Kv. Bonden 1 i Trångsund, Huddinge kommun

Riskanalys avseende närheten till Nynäsbanan



Underlag till detaljplan
Maj 2013

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Örebro

PROJEKTNUMMER 106292	PROJEKTNAMN KV. BONDEN 1 I TRÅNGSUND, HUDDINGE KOMMUN
PROJEKTLEDARE Erik Hall Midholm	PROJEKTANSVARIG Martin Olander
UPPDRAGSGIVARE Huge Fastigheter Box 1073 141 22 Huddinge	REFERENS UPPDRAGSGIVARE Håkan Lindblom Telefon: 08-535 320 00
DOKUMENTTYP Analys av olycksrisker	
ÖVRIGT Analys avseende olycksrisker förknippade med närliggande järnväg (Nynäsbanan).	
UPPRÄTTAT AV Erik Hall Midholm	INTERNKONTROLL Lisa Åkesson

2013-05-14	Risikanalys – Version 1.0	LÅn
2013-04-24	Risikanalys – Granskningshandling	LÅn
DATUM	STATUS	INTERNKONTROLL (IK)

SAMMANFATTNING

Inom fastigheten kv. Bonden 1 i Trångsund, Huddinge kommun planeras två nya flerbostadshus. Planförslaget omfattar sammanlagt ca 90 bostadslägenheter samt ett parkeringsdäck. Dessutom bevaras delar av den befintliga ytparkeringen.

Den nya bebyggelsen innebär en ändring av detaljplanen. Planområdet ligger i direkt anslutning till Nynäsbanan (järnväg). På järnvägen transporteras bland annat farligt gods. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län ska riskerna från transportleder för farligt gods och järnväg analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter. Närheten till järnvägen ställer krav på att olycksrisker förknippade med järnvägen undersöks inför ny bebyggelse inom kv. Bonden 1.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Utifrån underlag när det gäller trafik och transporterade mängder av farligt gods på Nynäsbanan har ett antal olycksrisker identifierats. Dessa har värderats översiktligt i en inledande riskanalys. Resultatet av den inledande analysen visar att det är ett begränsat antal olycksrisker som bedöms påverka risknivån inom planområdet. Planområdet ligger ca 3 meter högre än järnvägen, vilket medför ett naturligt skydd mot urspärning på järnvägen. Olycksrisker förknippade med majoriteten av farligt godsklasserna bedöms inte heller medföra oacceptabel risk inom planområdet, antingen p.g.a. mycket begränsade transportmängder (t.ex. explosivämnen och giftiga gaser) eller mycket små skadeområden (t.ex. giftiga respektive frätande ämnen). Den inledande analysen visar att det huvudsakligen är följande olyckshändelser som kan medföra allvarliga konsekvenser inom planområdet och som därför studeras vidare i en detaljerad analys:

- Brand i godståg
- Olycka vid transport av brännbara gaser
- Olycka vid transport av brandfarliga vätskor

Ovanstående olycksrisker har studerats detaljerat genom beräkning av riskmåtteten individrisk och samhällsrisk. Syftet med beräkningarna har varit att kunna precisera behov och omfattning av åtgärder vid planerad bebyggelse. Risknivån har värderats utifrån det förslag på riskkriterier som Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap har tagit fram. För att hantera eventuella osäkerheter i underlaget har även en känslighetsanalys utförts som beaktar förändring i antal transporter och vad som transporteras.

Riskberäkningar visar att individrisken för området är relativt låg men att samhällsriskerna hamnar på en nivå som innebär att åtgärder ska övervägas (ALARP). Bedömningen är att det föreligger ett behov av riskreducerande åtgärder vid ny bebyggelse inom planområdet.

För att hantera identifierade risker ges nedanstående förslag på åtgärder för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka. Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**.

- Avståndet mellan Nynäsbanan och ny bostadsbebyggelse ska ej understiga 30 m.
- Obebyggda områden mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 50 meter från Nynäsbanan ska bostadshus utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - Friskluftsintag placerade bort från Nynäsbanan mot skyddad sida
 - Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Nynäsbanan

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte.....	6
1.3	Omfattning	6
1.4	Underlag	6
1.5	Metod	7
1.6	Förutsättningar.....	7
2	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET	9
2.1	Områdesbeskrivning	9
2.2	Planerad bebyggelse kv. Bonden 1	9
2.3	Omgivande planer	10
3	RISKINVENTERING	11
3.1	Nynäsbanan.....	11
4	INLEDANDE RISKANALYS	15
4.1	Identifiering av olycksrisker	15
4.2	Uppskattning av riskernas omfattning	15
4.3	Slutsats inledande analys	19
5	FÖRDJUPAD RISKANALYS.....	20
5.1	Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens.....	20
5.2	Beräkning av risk	21
5.3	Värdering av risk.....	24
5.4	Hantering av osäkerheter.....	25
6	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	29
6.1	Allmänt.....	29
6.3	Förslag till riskreducerande åtgärder	33
7	SLUTSATS.....	34
8	REFERENSER	35
BILAGA A	FREKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA B	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA C	RISKBERÄKNINGAR	
BILAGA D	METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Ny bebyggelse planeras inom fastigheten kv. Bonden 1 i Trångsund, Huddinge kommun. Huga Fastigheter planerar att uppföra flerbostadshus inom området som idag utgörs av garage och ytparkering. Ny bebyggelse innebär en ändring av detaljplanen.

Planområdet ligger i direkt anslutning till Nynäsbanan (järnväg). På järnvägen transporteras bland annat farligt gods. Närheten till järnvägen ställer krav på att olycksrisker förknippade med järnvägen undersöks inför ny bebyggelse inom det aktuella planområdet.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Riskanalysen begränsas till att beakta olycksrisker förknippade med trafiken på den närliggande järnvägen (Nynäsbanan). Avståndet till närmaste rekommenderad transportled för farligt gods (väg 73, Nynäsvägen) respektive bensinstation överstiger 150 meter.

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på järnvägen och omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag till denna riskanalys utgörs av detaljplaneprogram för Del av Bonden 1 samt del av Hammartorp 1:1 /1/ samt förslag på plan- och sektionsritningar över nya bostadshus och parkeringsytor inom kv. Bonden och kv. Prinsen (HMXW Arkitekter, daterade 2012-03-16).

Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 9.

1.5 Metod

Inledningsvis görs en inventering och identifiering av möjliga olycksrisker både inom och utanför planområdet. En bedömning görs sedan av identifierade händelsers möjliga påverkan mot omgivningen.

För de risker som bedöms kunna medföra konsekvenser för människor och byggnader utom och inom planområdet görs en detaljerad analys där frekvens och konsekvens beräknas för identifierade olyckor. Utifrån detta beräknas risknivån (individrisk respektive samhällsrisk) för området. Vid behov föreslås säkerhetshöjande åtgärder.

För att hantera osäkerheter i underlaget görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt.

En mer utförlig beskrivning av den riskanalysmetod som används i denna analys redovisas i bilaga D.

1.6 Förutsättningar

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms Län Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /2/ ska riskerna analyseras för ny bebyggelse inom 100 meter från med transport av farligt gods, järnväg eller bensinstation. I rapporten rekommenderas skyddsavstånd mellan riskobjekt och olika typer av bebyggelse. I tabell 1.1 redovisas de skyddsavstånd som är aktuella i detta fall (d.v.s. närhet till järnväg).

Tabell 1.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till järnväg /2/.

Typ av bebyggelse	Avstånd
Tät kontorsbebyggelse	25 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
Personintensiv verksamhet	50 m

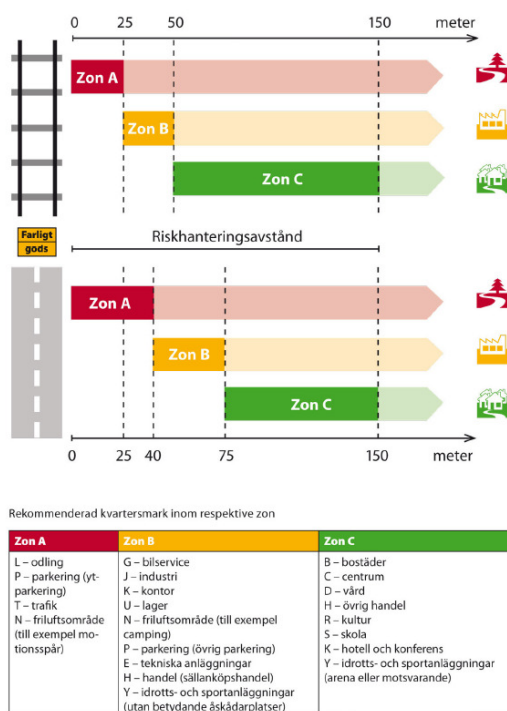
De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

En ny rapport från Länsstyrelsen har varit på remiss under hösten 2012 /3/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur 1.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.

I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods:

”Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.

Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C. ”



Figur 1.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012 /3/.

I bilaga D redovisas en mer utförlig redogörelse för lagstiftning, riktlinjer och riskhänsyn vid fysisk planering.

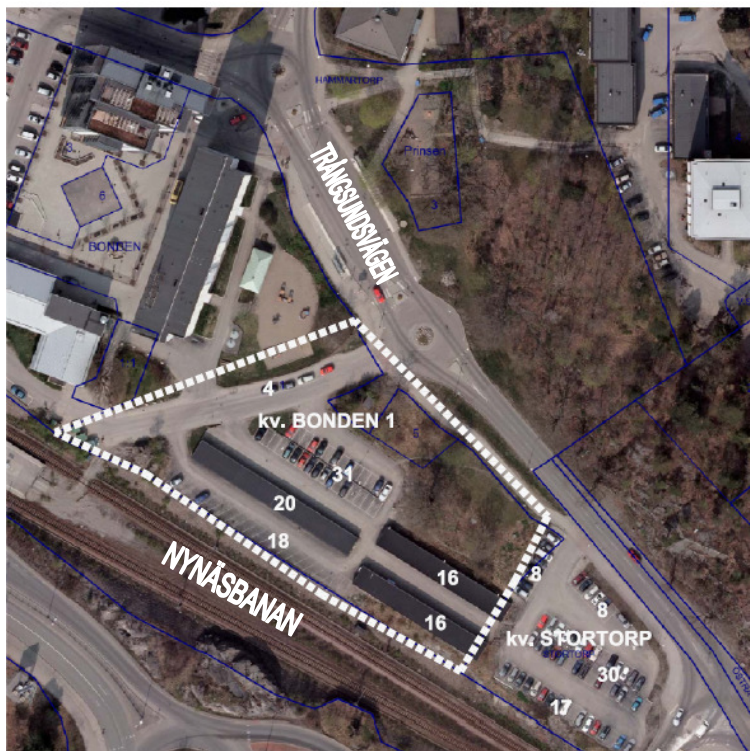
2 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

2.1 Områdesbeskrivning

Kv. Bonden 1 ligger inom Trångsunds kommundel i Huddinge kommun (se placering i figur 2.1). Området är ca 100 x 50 meter och avgränsas i norr av Trångsundsvägen och i söder av Nynäsbanan (järnväg). Områdena västerut är bebyggda med bostadshus och centrumbyggnader. Ytan närmast öster om området (kv. Stortorp 30) utgör parkeringsplatser. Öster om parkeringsplatserna är områdena obebyggda.

Planområdet kv. Bonden 1 används idag till parkering (ytparkering och garagelängor). Övrig mark utgörs av grönyta.

Området sluttar uppför från Nynäsbanan och ligger ca 3 meter över järnvägen. Närmare Trångsundsvägen är det ytterligare ett par meter högre.



Figur 2.1. Orienteringsfigur över kv. Bonden 1 (HMXW Arkitekter, 2012-03-16).

2.2 Planerad bebyggelse kv. Bonden 1

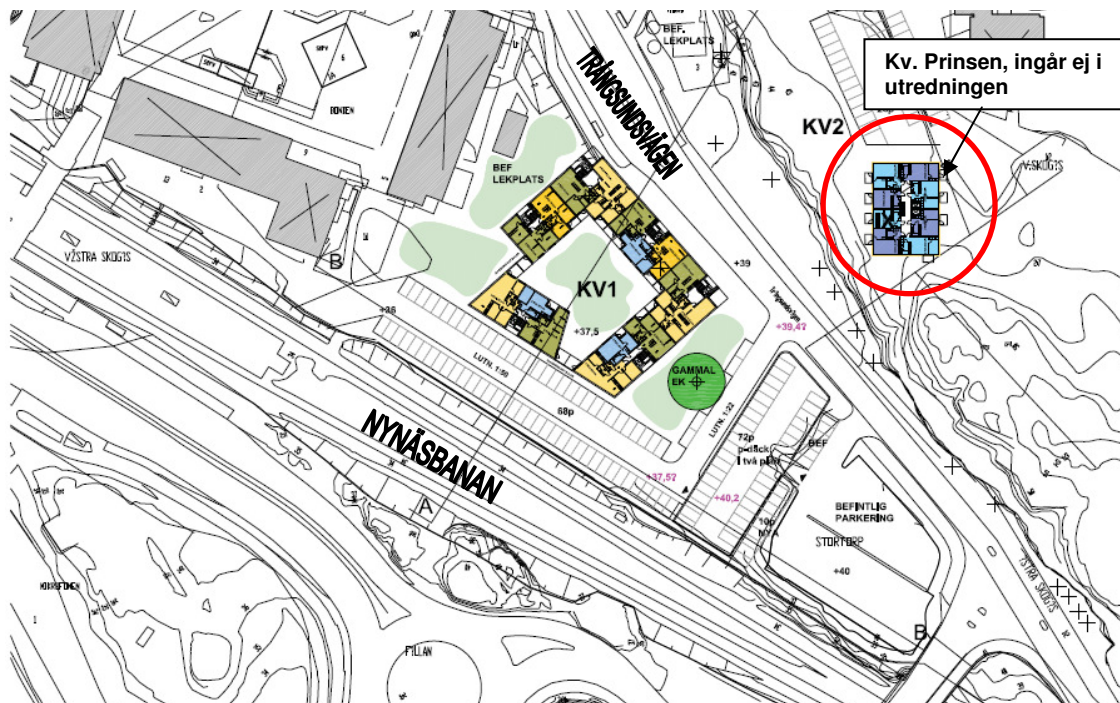
Inom planområdet kv. Bonden 1 planeras två flerbostadshus med ca 90 lägenheter med 1-5 rum och kök. Huset mot Trångsundsvägen kommer att ha sex våningar och huset mot Nynäsbanan har fem våningar.

Med föreslagen utformning blir avståndet mellan byggnader och Nynäsbanans närmaste spår ca 30 meter. Enligt avsnitt 2.1 hamnar byggnaderna minst 3 meter högre än järnvägsspåren.

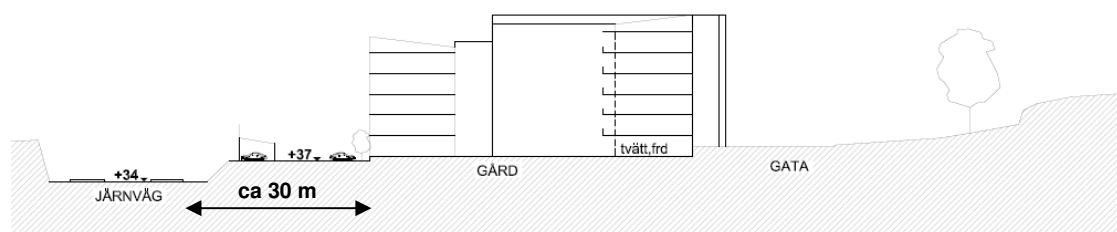
Mellan husen planeras glasskärmar som skydd mot buller från framförallt Nynäsbanan.

Parkering anordnas mot Nynäsbanan, dels genom befintliga parkeringsplatser och dels genom ett nytt parkeringsdäck i två plan i områdets östra del.

Skisser för den planerade bebyggelsen redovisas i figur 2.2 och 2.3.



Figur 2.2. Planskiss – Förslag till ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 (HMXW Arkitekter, 2012-03-16).



Figur 2.3. Sektion – Förslag till ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 (HMXW Arkitekter, 2012-03-16).

2.3 Omgivande planer

Det har inte identifierats några omgivande planer i närområdet kring det aktuella planområdet som bedöms kunna medföra några förändringar avseende riskpåverkan för den planerade nya bebyggelsen.

3 RISKINVENTERING

Nedan beskrivs den riskkälla som har identifierats i anslutning till planområdet kv. Bonden 1: Nynäsbanan.

I anslutning till planområdet finns ingen väg som utgör rekommenderad transportled för farligt gods. Avståndet till närmaste transportled för farligt gods (väg 73) överstiger kraftigt 150 meter. Det ligger heller inte någon bensinstation eller industri i närområdet som kan påverka planområdets riskbild.

Enligt tidigare beaktar riskanalysen enbart riskkällor som bedöms kunna innebära akuta olycksrisker med konsekvenser för människors liv.

3.1 Nynäsbanan

Nynäsbanan går mellan Älvsjö och Nynäshamn och passerar enligt tidigare utmed planområdet. På den aktuella sträckan består banan av två spår. Strax väster om planområdet ligger Trångsunds pendeltågstation.

Utmed den aktuella sträckan är järnvägens sträckning relativt rak. Enligt tidigare sluttar marken uppåt från järnvägen mot planområdet som ligger ca 3 meter högre än spåren.

3.1.1 Trafik

Banan trafikeras huvudsakligen av pendeltåg men det förekommer även enstaka godståg. På den aktuella sträckan går pendeltågen i kvartstrafik under dagtid och i halvtimmestrafik på kvällarna.

I dagsläget trafikeras den aktuella sträckan av ca 145 tåg per vardagsmedelsdygn /4/. En klar majoritet utgörs av pendeltåg, antalet godståg på Nynäsbanan är idag mycket begränsat.

Hastighetsbegränsningen på Nynäsbanan är 140 km/h för pendeltåg. För godståg är hastighetsbegränsningen 100 km/h.

Framtid

Kapaciteten på Nynäsbanan är begränsad, vilket framförallt beror på att stora delar av sträckan mellan Västerhaninge och Nynäshamn består av enkelspår. Trafikverket arbetar med att öka kapaciteten på Nynäsbanan genom att bygga ut med dubbelspår på denna sträcka. Detta kommer framförallt öka kapacitet söder om Västerhaninge, d.v.s. inte på den aktuella järnvägssträckan. Utbyggnaden bedöms innebära en begränsad påverkan på trafikmängden på den aktuella sträckan genom Trångsund.

Stockholms Hamnar planerar en ny hamn för godsfartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Godset kommer att transporteras till och från hamnen på både väg (väg 73) och järnväg (Nynäsbanan). Fullt utbyggd beräknas hamnen kunna hantera ca 300 000 containers per år samt en genomströmning av 200 000 fordon med rullande gods (Roll on-Roll off). Enligt en miljöriskanalys som har upprättats i samband med planarbetet för hamnen uppskattas hamnen medföra ca 55 000 godsvagnar på Nynäsbanan varje år /5/. Detta motsvarar en ökning med ca 5-10 godståg per dygn på den aktuella järnvägssträckan.

3.1.2 Transporter av farligt gods

Allmänt

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har.

De olika klasserna delas i sin tur in i underklasser, s.k. riskgrupper, utifrån regelverket RID-S (järnväg) /6/. I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt RID-S.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen och föremål	Omfattar fasta eller flytande ämnen som genom kemisk reaktion kan alstra gaser med sådan temperatur, sådant tryck och sådan hastighet att de kan skada omgivningen samt föremål som innehåller ett eller flera explosiva ämnen eller pyrotekniska ämnen. T.ex. Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc. Klassen delas in i sex riskgrupper: • 1.1 Risk för massexplosion • 1.2 Risk för splitter och kaststycken men ej massexplosion • 1.3 Risk för brand och mindre risk för tryckvåg, splitter och kaststycken men ej massexplosion • 1.4 Obetydlig explosionsrisk vid antändning eller initiering under transport. Verknningar i stort sett begränsade till kollit och splitter förväntas ej i betydande storlek eller utbredning • 1.5 Mycket okänsliga ämnen med risk för massexplosion men med mycket sannolikhet för initiering eller för övergång från brand till detonation • 1.6 Extremt okänsliga föremål utan risk för massexplosion
2	Gaser	Omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser. Gaser är ämnen som vid 50 °C har ett ångtryck över 300 kPa eller är fullständigt gasformiga vid 20 °C och normaltryck 101,3 kPa. T.ex. gasol, acetylen, klor, ammoniak, kväve etc. Klassen delas in i tre delklasser: • 2.1 Brandfarliga gaser • 2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser • 2.3 Giftiga gaser
3	Brandfarliga vätskor	Omfattar vätskor som har en flampunkt på högst 60 °C samt ett ångtryck på högst 300 kPa vid 50 °C och inte är fullständigt gasformiga vid 20 °C och normaltrycket 101,3 kPa. T.ex. Bensin, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Omfattar brandfarliga ämnen och föremål, okänsliga explosivämnen, självreaktiva och självantändande ämnen samt ämnen som vid reaktion med vatten utvecklar brandfarliga gaser. T.ex. kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Omfattar ämnen som inte nödvändigtvis är brännbara, men som vid avgivande av syre kan orsaka brand eller underhålla brand hos andra ämnen samt organiska peroxider. T.ex. Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc. Klassen delas in i två delklasser: • 5.1 Oxiderande ämnen • 5.2 Organiska peroxider

Forts. tabell 3.1.

Klass	Ämne	Beskrivning
6	Giftiga ämnen m.m.	Omfattar ämnen som kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor genom inandning, hudabsorption eller förtäring av relativt små mängder samt smittförande ämnen. T.ex. Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Omfattar ämnen som innehåller radionuklider med aktivitetskoncentration och totalaktivitet som överstiger värden enligt ADR-S respektive RID-S. T.ex. medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Omfattar ämnen som genom kemisk inverkan angriper vävnad i hud och slemhinner som de kommer i kontakt med. T.ex. Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Omfattar bl.a. ämnen och föremål som kan vara hälsofarliga vid inandning som fint damm, som vid brand kan bilda dioxider, som avger brandfarliga ångor, litiumbatterier, miljöfarliga ämnen. T.ex. Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.

Kartläggningar:

Det förekommer transporter av farligt gods på Nynäsbanan. Det finns dock ingen tydlig bild av vad som transporteras på den aktuella sträckan. Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger viss information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder (observera olika tidsintervall):

- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, tidigare Räddningsverket) genomförde kartläggningar på Sveriges järnväg under tre månader 1996 /7/ respektive en månad 2006 /8/.

Kartläggningen från 1996 redovisade inga transporter av farligt gods på Nynäsbanan, medan motsvarande kartläggning 2006 redovisade transporter av:

- o klass 2.1: 0 – 5 200 ton/månad
- o klass 3: 0 – 8 700 ton/månad
- o **Totalt: 0 – 10 000 ton/månad**
- Det finns dessutom information om Green Cargos transporter på aktuell sträcka av Nynäsbanan under mars-maj 2005 /9/:
 - o klass 2.1: 414 ton/kvartal
 - o klass 3: 1 824 ton/kvartal
 - o **Totalt: 2 238 ton/kvartal**

Framtid

Enligt ovan planerar Stockholms Hamnar en ny hamn för godsfartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Av de 55 000 godsvagnarna som hamnen uppskattas generera på Nynäsbanan varje år, bedöms ca 1 280 vagnar (ca 2,5 %) omfatta farligt gods (ur samtliga klasser förutom klass 1 och klass 7) /5/.

I Norvik har dessutom Nynäs raffinaderi byggt en ny terminal för naturgas. Verksamheten genererar en ökning av farligt godstransporter (brännbar gas) på Nynäsvägen. Terminalen förutsätts dock ej medföra några tillkommande transporter av naturgas på Nynäsbanan /10/.

Sammanställning

Utifrån ovanstående underlag görs en uppskattning av godsmängd och antalet vagnar med farligt gods per år på Nynäsbanan fördelat på respektive klass, se tabell 3.2.

Uppskattningen är konservativ och utgår från maximala transportmängder för respektive klass enligt identifierade kartläggningar samt en grov uppskattning av medelmängden gods per vagn.

Transportmängder respektive antal godsvagnar uppskattas även för en framtida situation, där år 2030 utgör prognosår. Norviks hamn förväntas då vara fullt utbyggd och tillkommande farligt godsmängder utgör uppskattade transportmängder enligt /5/.

Tabell 3.2. Uppskattad transportmängd respektive antal vagnar med farligt gods per år på aktuell del av Nynäsbanan idag respektive år 2030 (efter utbyggnad av Norviks hamn).

Klass	Mängd per vagn	IDAG		2030	
	(ton)	Mängd (ton)	Antal	Mängd (ton)	Antal
1	-	0	0	0	0
2	45	62400 *	1360 *	65620 **	1430 **
3	55	104400	1830	126060	2210
4	50	0	0	2000	40
5	30	0	0	2700	90
6	20	0	0	1800	90
7	-	0	0	0	0
8	25	0	0	8250	330
9	25	0	0	7000	280
Totalt	-	166800	3190	213430	4470

* klass 2.1: 100 % / klass 2.2: - / klass 2.3: -

** klass 2.1: 96 % / klass 2.2: 3 % / klass 2.3: 1 %

4 INLEDANDE RISKANALYS

4.1 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är tågtrafiken på Nynäsbanan (inkl. transporter av farligt gods) som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet och som därför är relevanta att beakta vad gäller risknivån för planområdet.

Enligt tidigare har det inte identifierats några ytterligare närliggande riskkällor som bedöms påverka risknivån inom området.

De olycksscenarier förknippade med tågtrafiken på Nynäsbanan som bedöms kunna påverka det aktuella planområdet är:

1. Urspårning
2. Tågbrand
3. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

4.2 Uppskattning av riskernas omfattning

Uppskattningen görs huvudsakligen i form av en bedömning av skadeområden för respektive olycksrisk. För de skadescenarier som uppskattas kunna innebära allvarliga konsekvenser för planområdet görs därefter mer detaljerade beräkningar av frekvens och konsekvens.

4.2.1 Scenario 1. Urspårning

Sannolikheten för urspårning på en angränsande järnväg bedöms vara förhållandevis hög om man jämför med sannolikheten för övriga olycksrisker som kan påverka kringliggande områden (d.v.s. tågbrand och olycka med farligt gods). Majoriteten av alla urspårningar innebär dock en mycket begränsad påverkan på området utmed järnvägen då urspårningen endast innebär att ett hjulpar hoppar av spåret och att tåget förblir upprätt. I vissa fall leder urspårningen dock till att tåget, eller enstaka vagnar, lämnar spårområdet. Då kan människor utomhus skadas om de står i vägen för tåget. Om tåget kör in i byggnader nära spårområdet kan delar av byggnaden skadas.

Konsekvensområdet för en urspårning är dock kraftigt beroende av omgivningens utformning. Även vid en mindre nivåskillnad där järnvägsspåret ligger lägre än kringliggande områden bedöms skadeavståndet begränsas markant jämfört med om järnvägen ligger i nivå med omgivningen. Det aktuella planområdet ligger ca 3 meter högre än Nynäsbanan. Nivåskillnaden utgör ett naturligt skydd mot ett urspårat tåg. Dessutom innebär planområdets närhet till Trångsunds pendeltågstation att hastigheten på den aktuella sträckan är förhållandevis låg. En urspårning bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att urspårning inte utgör någon risk som behöver beaktas vidare i den fortsatta planprocessen.

4.2.2 Tågbrand

Konsekvenserna av en tågbrand är bl.a. beroende av vilken tågtyp som brinner. Brand i ett godståg kan bli betydligt mer omfattande än brand i persontåg (utformningen av pendeltåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet).

Skadeområdet vid brand i ett pendeltåg bedöms vara begränsat. Med hänsyn till avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse (ca 30 meter) bedöms en persontågsbrand ej innebära risk för brandspridning till området. Brand i persontåg bedöms därför ha en mycket begränsad påverkan på risknivå inom planområdet. Med hänsyn till detta görs bedömningen att brand i pendeltåg inte utgör någon risk som behöver beaktas vidare i den fortsatta planprocessen.

Skadeområdet vid brand i godståg bedöms kunna bli mer omfattande. Värmestrålningen bedöms bli hög inom ett relativt stort avstånd och med hänsyn till detta bedöms en brand i godståg kunna innebära brandspridning till planerad bebyggelse. Olycksrisken bör därför studeras i en mer fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivå inom planområdet (se vidare avsnitt 5).

4.2.3 Scenario 3. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån RID-S. I tabellen nedan görs en kortfattad beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive RID-klass.

Klass	Ämne	Konsekvensbeskrivning
1	Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2	Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: Jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3	Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40-50 m.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6	Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen i tabell 4.1 bedöms det vara ämnen ur klass 1.1 (masseexplosiva ämnen), klass 2.1 och 2.3 (brännbara respektive giftiga gaser) samt klass 3 (brandfarliga

vätskor) och klass 5 (oxiderade ämnen och organiska peroxider) som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet. Konsekvenserna av en olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

I avsnitten nedan görs separata bedömningar av risknivån förknippad med de fem farligt godsklasser som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet med hänsyn till dess skadeområden.

Klass 1.1 Massexplosiva ämnen – Antalet transporter med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan bedöms vara mycket begränsat, om ens förekommande. Ingen av de kartläggningar som har studerats redovisar några transporter av explosivämnen på den aktuella banan (se tabell 3.2). Den framtida godshamnen i Norvik förväntas inte heller generera några järnvägstransporter av explosivämnen. De transporter som förväntas förekomma kommer att utgöra vägtransporter /5/.

Ämnen ur klass 1 utgör generellt en mycket låg andel av den totala mängden farligt gods på svenska järnvägar (< 0,5 % enligt statistik från Trafikanalys /11/). I MSB:s senaste kartläggning från september 2006 angavs t.o.m. de transporterade mängderna i kilo medan övriga klasser redovisades i ton /8/.

Sannolikheten för att en massexplosion ska inträffa på Nynäsbanan i anslutning till planområdet bedöms vara extremt låg. Även om konsekvenserna av en explosion kan bli omfattande med avseende på närheten till den planerade bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av explosivämnen på Nynäsbanan vara mycket låg. Risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till de stora konsekvenser som en olycka med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan skulle innebära för det aktuella planområdet bör dock denna olycksrisk hanteras i en fördjupad känslighetsanalys (se vidare avsnitt 5).

Klass 2.1. Brännbara gaser – En olycka med brännbar gas innebär att gas läcker ut och antänds (antingen under tryck eller när den spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna variera.

Antalet transporter med brännbar gas på Nynäsbanan uppskattas kunna vara relativt stort (se tabell 3.2). Brännbara gaser transporteras dock normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankvagnar, vilket medför att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. vätsketransporter. Detta ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid kraftig påverkan. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att olycksrisker förknippade med brännbar gas behöver studeras i en fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet (se vidare avsnitt 5).

Klass 2.3. Giftiga gaser – Giftig gas behöver inte ”aktiveras” genom antändning för att bli farlig. Den är farlig så snart den läcker ut. Beroende på vind och topografi kan gasen spridas långa sträckor och fortfarande ha dödliga koncentrationer. Vid större utsläpp

kan människor både utomhus och inomhus skadas eller omkomma på upp till flera hundra meters avstånd från utsläppet.

Antalet transporter med giftig gas på Nynäsbanan bedöms vara mycket begränsat. Ingen av de studerade kartläggningarna redovisar några transporter av giftiga gaser på den aktuella banan (se tabell 3.2). Den framtida godshamnen uppskattas generera ca 15 vagnar med giftig gas per år på Nynäsbanan /5/.

Det begränsade antalet transporter på Nynäsbanan innebär att sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas i höjd med planområdet bedöms vara mycket låg. Även om konsekvenserna av ett utsläpp kan bli omfattande med avseende på den planerade bebyggelsen inom planområdet bedöms den sammanvägda risknivån vara mycket begränsad. Risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till de stora konsekvenser som en olycka med giftig gas på Nynäsbanan skulle innebära för det aktuella planområdet bör dock denna olycksrisk hanteras i en fördjupad känslighetsanalys (se vidare avsnitt 5).

Klass 3. Brandfarliga vätskor – Brandfarliga vätskor utgör en av de klasser som är vanligast förekommande på Sveriges järnvägar. Enligt statistik från Trafikanalys utgjorde brandfarliga vätskor ca 35 % av den totala transportmängden farligt gods mellan år 2005-2009 /11/.

Enligt tabell 4.1 kan en olycka med brandfarliga vätskor generellt innebära skadeområden uppåt cirka 40-50 meter vid ett stort utsläpp som antänds. Detta gäller dock om utsläppet kan spridas fritt kring olycksplatsen. Det aktuella planområdet ligger enligt tidigare högre än Nynäsbanan, vilket innebär att spridningen mot den planerade bebyggelsen begränsas. Detta innebär i sin tur att skadeområdet minskar. Avståndet mellan Nynäsbanan och den planerade bebyggelsen är dock så begränsat att en stor pölbrand på järnvägen kan leda till brandspridning till byggnaden samt påverka oskyddade personer utomhus.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att olycksrisker förknippade med brandfarliga vätskor behöver studeras i en fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet (se vidare avsnitt 5).

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider – Vissa ämnen ur klass 5 kan, om de blandas med brännbart material bilda en blandning som kan självantända. Blandningen kan till och med leda till ett explosionsartat brandförlopp som motsvarar explosion med massexplosiva ämnen. Ett scenario som kan inträffa vid utsläpp till följd av en järnvägsolycka är att ämnet blandas med exempelvis smörjolja från tåget. Ett större utsläpp kan bilda en explosiv blandning som motsvarar flera ton explosivämne.

Sannolikheten för att en olycka med ämnen ur klass 5 ska leda till ett skadescenario som påverkar planområdet bedöms dock vara mycket låg. Denna bedömning utgår dels från att antalet transporter med ämnen ur klass 5 bedöms vara mycket begränsat på Nynäsbanan (se tabell 3.2). Dessutom är det endast en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till denna typ av kraftiga brand- och explosionsförlopp. Det är nämligen i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till

explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Enligt regelverket RID-S /6/ är det inte ens tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av oxiderande ämnen och organiska peroxider på Nynäsbanan vara mycket begränsad. Risknivån bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet. Med hänsyn till de stora konsekvenser som en olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider på Nynäsbanan skulle innebära för det aktuella planområdet bör dock denna olycksrisk hanteras i en fördjupad känslighetsanalys (se vidare avsnitt 5).

4.3 Slutsats inledande analys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa risker som är förknippade med trafiken på den närliggande Nynäsbanan. Av de identifierade olycksriskerna har följande bedömts vara av sådan omfattning att en fördjupad riskanalys bedömts nödvändig:

Brand i godståg

Olycka med farligt gods på Nynäsbanan:

- Olycka med brännbar gas (klass 2.1)
- Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)

Genom att närmare kvantifiera frekvens och konsekvens för dessa risker erhålls en tydligare bild över risknivån i det aktuella området. En kvantifiering av risknivån medger att resultaten lättare kan jämföras med riktlinjer för riskacceptans.

4.3.1 Hantering av osäkerheter i underlaget

Den inledande riskanalysen utgår från underlag som bedöms innefatta relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods, samt fördelningen mellan de olika farligt godsklasserna. Om man endast baserar riskbedömningen på detta underlag finns det risk för att man i ett tidigt skede räknar bort olycksrisker som egentligen kan påverka risknivån inom planområdet. Med hänsyn till detta har bl.a. flera underlag använts i de fall som detta har funnits att tillgå.

I den inledande analysen har det konstaterats att det endast är ett fåtal farligt godsklasser som förekommer i sådan omfattning att de bedöms kunna påverka risknivån inom det aktuella planområdet. Riskuppskattningen har dock utförts utifrån kvalitativa bedömningar som i sig omfattar osäkerheter.

De identifierade osäkerheterna i underlaget behöver beaktas i den fördjupade riskanalysen. Därför kommer den fördjupade analysen omfatta en känslighetsanalys som även beaktar olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1.1), giftiga gaser (klass 2.3) respektive oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5.1 och 5.2).

5 FÖRDJUPAD RISKANALYS

Nedan presenteras resultatet av de beräkningar som genomförts avseende frekvens, konsekvens och risk för de olycksrisker som enligt den inledande analysen bedömts kunna påverka risknivån för planområdet. I avsnitt 5.4 redovisas en känslighetsanalys som syftar till att beakta osäkerheter i underlaget.

5.1 Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens

I tabell 5.1 redovisas resultatet av frekvens- och konsekvensberäkningarna för de olycksrisker som enligt den inledande analysen bedömts kunna påverka risknivån för det aktuella planområdet.

Frekvensberäkningarna är utförda i enlighet med den metod som anges i rapporten *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* /12/. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik och en uppskattad framtida trafik år 2030 (se tabell 3.2) och omfattar sträckan som angränsar mot planområdet, d.v.s. 100 meter.

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. Utifrån skadeområdena samt en uppskattning av personantalet i området beräknas antalet omkomna till följd av respektive skadescenario. Beräkningarna beaktar både den planerade nya bebyggelsen inom planområdet samt befintlig bebyggelse inom kringliggande områden. Beräkningarna avgränsas till att omfatta ett område med 150 meters radie omkring järnvägen.

I bilaga A och B redovisas frekvens- respektive konsekvensberäkningarna i sin helhet.

Tabell 5.1. Sammanställning av beräknade frekvenser och konsekvenser (se bilaga A och B).
Antal omkomna är bl.a. beroende av när på dygnet olyckan inträffar.

Scenario	Frekvens (per år)		Skadeavstånd		Antal omkomna	Kommentar
	Idag	År 2030	Utomhus	Inomhus		
Brand i godståg	4,9E-06	1,2E-05	30 m	25 m	0-1	Skadeområdet endast riktat åt ett håll. Olyckan påverkar endast planområdet, ej kringliggande områden. Endast påverkan på personer utomhus inom obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. Skadeavståndet understiger avståndet mellan spår och byggnad.
Olycka med brännbar gas						
Liten jetflamma	1,1E-08	1,1E-08	5 m	5 m	0	Skadeavståndet understiger avståndet mellan spår och planområde.
Liten gasmolnexplosion	-	-	5 m	5 m	0	Skadeavståndet understiger avståndet mellan spår och planområde.
Stor jetflamma	2,1E-08	2,1E-08	45 m	45 m	1-5	Skadeområdet endast riktat åt ett håll. Olyckan påverkar endast planområdet, ej kringliggande områden. Personer utomhus <u>och</u> inomhus påverkas.
Stor gasmolnexplosion	5,4E-08	5,4E-08	145 m	145 m	45-80	Skadeområdet endast riktat åt ett håll. Olyckan påverkar planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Personer utomhus <u>och</u> inomhus påverkas.
BLEVE	5,5E-09	5,5E-09	265 m	265 m	90-155	Skadeområdet är cirkulärt och olyckan påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan. Personer utomhus <u>och</u> inomhus påverkas.
Olycka med brandfarlig vätska						
Liten pölbrand	3,6E-07	4,4E-07	15 m	15 m	0	Skadeområdet endast riktat åt ett håll. Olyckan påverkar endast planområdet, ej kringliggande områden. Endast påverkan på personer utomhus inom obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. Skadeavståndet understiger avståndet mellan spår och byggnad.
Stor pölbrand	2,2E-07	2,6E-07	30 m	25 m	0-1	Skadeområdet endast riktat åt ett håll. Olyckan påverkar endast planområdet, ej kringliggande områden. Endast påverkan på personer utomhus inom obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. Skadeavståndet understiger avståndet mellan spår och byggnad.

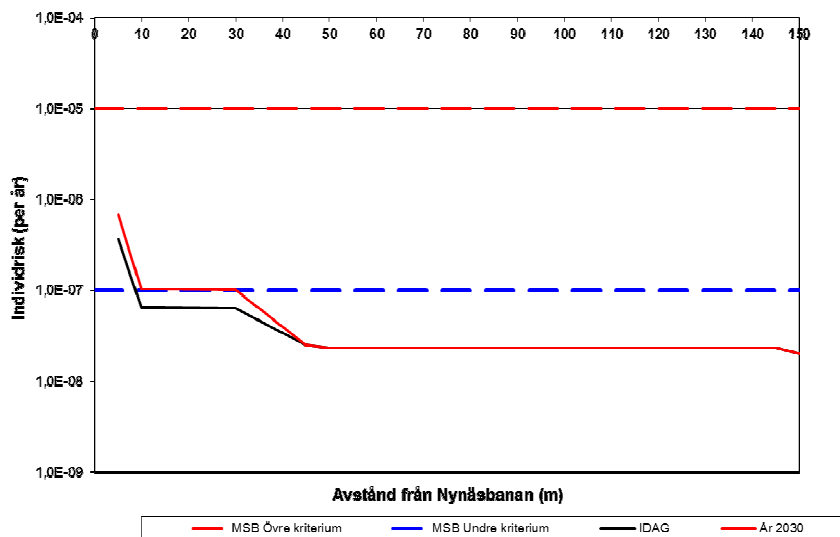
5.2 Beräkning av risk

5.2.1 Individrisk

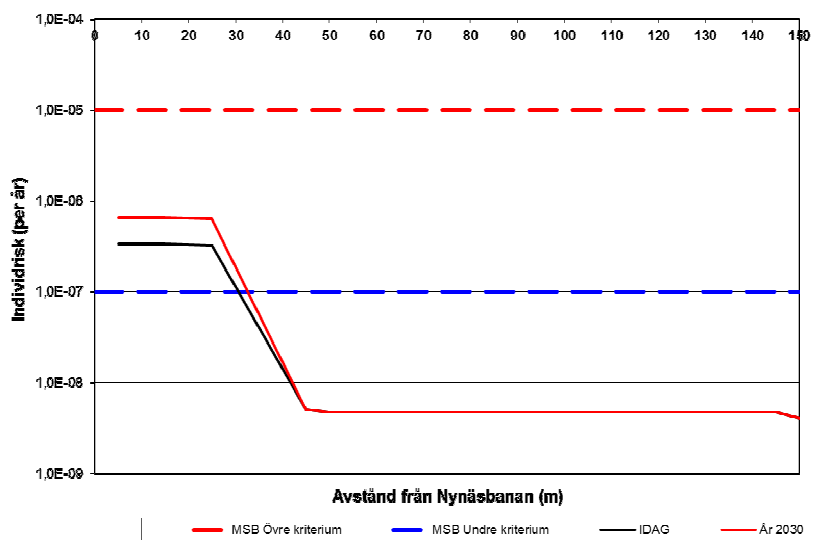
Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning. Ett konservativt antagande är att en olycka inträffar där avståndet till planområdet är som kortast. När det gäller skadeområden för de olika olycksscenarierna så understiger områdena för flera scenarier den sträcka som studeras (ca 100 m). Detta innebär att även om olyckan sker mitt för det aktuella området behöver det inte drabba hela det aktuella området. För scenarier med stort skadeområde (exempelvis en större explosion eller BLEVE) är fallet det motsatta, personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför planområdet. För vissa av scenarierna med utsläpp och antändning av brännbar gas förväntas inte heller skadeområdet bli cirkulärt vilket i sin tur innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För att ta

hänsyn till detta har frekvensen reducerats, alternativt ökats, beroende på skadeområdets utbredning och spridningsvinkel.

Underlag för beräkning av individrisk redovisas i bilaga C. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus och dels för personer inomhus (se figur 5.1 och 5.2).



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Nynäsbanan i höjd med planområdet Bonden 1 i Trångsund. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

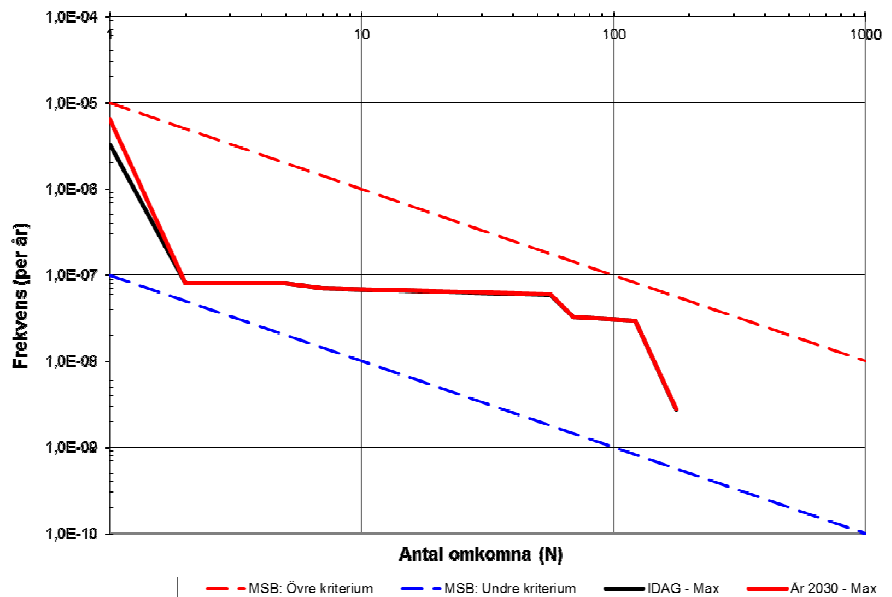


Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Nynäsbanan i höjd med planområdet Bonden 1 i Trångsund. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk har beräknats för en sträcka av 100 meter av Nynäsbanan (d.v.s. sträckan som angränsar mot planområdet kv. Bonden 1) och till ett avstånd av ca 150 meter från respektive sida av järnvägen. Resultatet redovisas i figur 5.3. Använda acceptanskriterier har justerats med hänsyn till att den studerade sträckan är mindre än 1 kilometer. Även avseende samhällsrisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

- Främst gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Nynäsbanan. Persontätheten varierar över dygnet. Dessa antaganden redovisas i Bilaga B och påverkar konsekvensberäkningarna.
- En olycka har antagits ske mitt för det aktuella planområdet.
- Olycksfrekvensen uppskattas vara jämnt fördelad över dygnet. 50 % av transporterna bedöms ske dagtid, övriga 50 % bedöms ske nattetid.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivå för ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

De risker som bedömts kvantitativt i ovanstående avsnitt kommer att jämföras med förslag på riskkriterier som MSB har tagit fram och redovisar i *Värdering av risk* /13/, se tabell 5.2. I Stockholms län används dessa kriterier för acceptans av risk.

Tabell 5.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Riskkriterierna redovisas även i figur 5.1-5.3. Acceptanskriterierna i tabell 5.2 ovan avseende samhällsrisk gäller för en väg-/järnvägssträcka av 1 km. I figur 5.3 har kriterierna justerats med avseende på att den studerade järnvägssträckan endast är 100 meter.

I bilaga D redovisas ett mer utförligt resonemang avseende värdering av risk.

5.3.1 Individrisk

Med avseende på individrisk bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods på Nynäsvägen var acceptabla **inomhus** under förutsättning att avståndet mellan järnvägsspår och byggnad inte understiger 30 meter. Bebyggelse närmare järnvägen innebär att risknivån hamnar inom ALARP-området, vilket innebär att riskreducerande åtgärder behöver undersökas, se vidare avsnitt 6.

Utomhus bedöms risknivån ligga under eller tangera den undre kriteriegränsen inom hela planområdet, med undantag för området allra närmast järnvägen (< 10 meter från spåret). Eftersom ingen verksamhet planeras inom dessa ytor värderas individrisken för obebyggda delar av planområdet vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

5.3.2 Samhällsrisk

Med avseende på samhällsrisk bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods ligga inom ALARP-området för olyckor med både enstaka och ett stort antal omkomna. Då risknivån hamnar inom ALARP-området ska möjliga åtgärder undersökas, se vidare avsnitt 6.

5.4 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- **Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar**
- **Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods**
Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter, både vad gäller antalet transporter och vilka ämnen som transporteras. För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs i avsnitt 5.1 en känslighetsanalys i två delar, dels avseende förändrat transportantal dels avseende vilka ämnen som transporteras.
- **Val av olycksscenarier**
Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet för de studerade skadescenarierna. De scenarier som studeras behöver inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. På samma sätt antas en olycka inträffa där den gör som mest skada. Detta är ett konservativt antagande. Ett antal antaganden har gjorts avseende detta vid beräkning av samhällsrisk.
- **Persontätheter**
Ett antal antaganden görs avseende persontätheter, både vad gäller fördelning över dygnet och antal personer i olika verksamheter.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans med utförd känslighetsanalys innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

5.4.1 Känslighetsanalys

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i antalet transporter av farligt gods som passerar på Nynäsbanan. Dessa osäkerheter har föranlett en känslighetsanalys som beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass och som dessutom beaktar skadescenarier till följd av att andra ämnen kan förekomma i större omfattning än vad de studerade kartläggningarna anger. Känslighetsanalysen omfattar frekvens- och konsekvensberäkningar (bilaga A och B) samt beräkning av individrisken och samhällsrisk (bilaga C) på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarier:

- ***Förändrat transportantal***

Det uppskattade antalet transporter har antagits öka med en faktor 10 respektive en faktor 25 i förhållande till de uppskattade transportmängderna år 2030 (d.v.s. brännbara gaser och vätskor på Nynäsbanan när Norviks godshamn är igång).

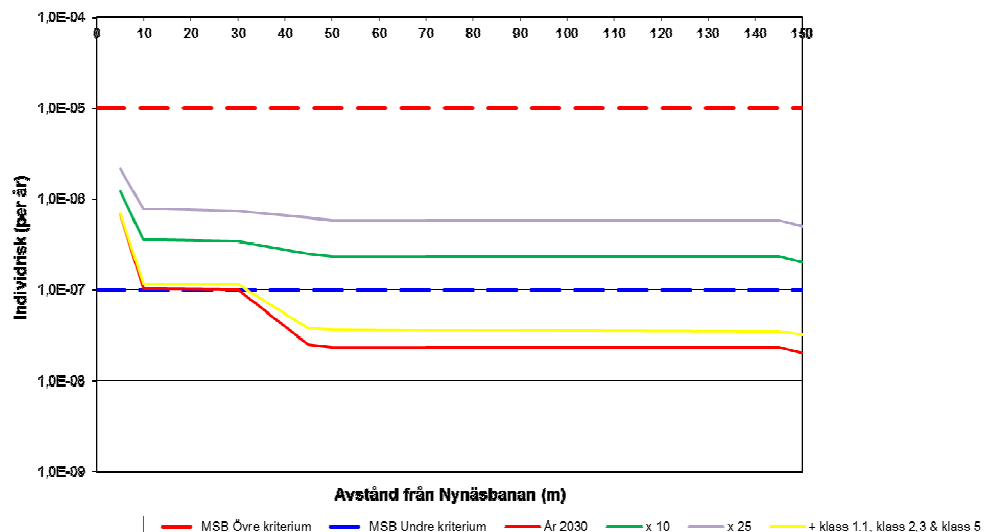
- ***Övriga olycksrisker***

Denna del av känslighetsanalysen syftar till att studera hur risknivån påverkas vid en förändring i vad som transporteras, detta då det enligt dagens kartläggningar inte förekommer transporter av ämnen ur alla farlig godsklasser som skulle kunna påverka risknivån, eller där vissa klasser endast förekommer i mycket begränsad mängd.

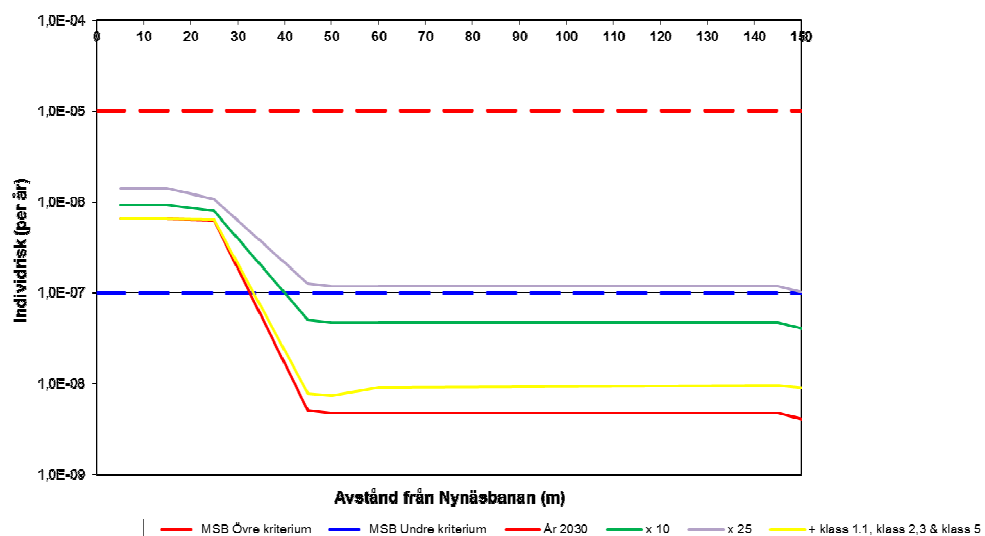
De tillkommande olycksrisker utgörs av olyckor förknippade med explosiva ämnen (klass 1), giftiga gaser (klass 2.3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Uppskattat antal transporter av dessa ämnen utgår från landsomfattande statistik över hur stor andel av trafiken som i medel utgör farligt godsklasser samt fördelningen mellan dessa. Detta bedöms medföra en mycket konservativ uppskattning av antalet farligt godstransporter och frekvensen för respektive olycksscenario. Beräkningarna utförs för prognosticerad trafikmängd på Nynäsbanan år 2030.

Individrisk

Underlag för beräkning av individrisknivån redovisas i bilaga C. I figur 6.1 och 6.2 nedan redovisas individrisken för oskyddade personer utomhus respektive personer inomhus med avseende på det antal farligt godstransporter och ämnen som har förutsatts i känslighetsanalysen.



Figur 6.1 Känslighetsanalys – Individrisk utomhus.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



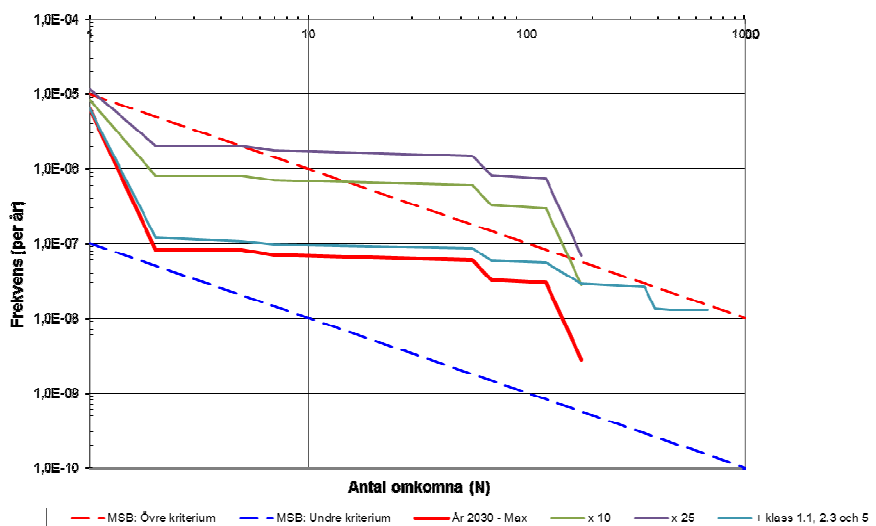
Figur 6.2 Känslighetsanalys – Individrisk inomhus.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Känslighetsanalysen visar att ett ökat transportantal innebär att individrisknivån påverkas relativt mycket och att risknivån både utomhus och inomhus kan hamna inom ALARP-området. Individrisknivån hamnar däremot aldrig, varken utomhus eller inomhus, på en oacceptabelt hög nivå. Inom majoriteten av planområdet hamnar individrisken inom den nedre hälften av ALARP-området.

En förändring av de ämnen som transporteras gentemot idag bedöms inte ha någon större påverkan på risknivån utan det är brand i godståg samt olycka med brandfarliga vätskor som fortfarande dominerar risknivån inom planområdet.

Samhällsrisk

Motsvarande bedömning av planområdets samhällsrisk har även gjorts för det antal transporter som har förutsatts i känslighetsanalysen vilket presenteras i figur 6.3.



Figur 6.3 Känslighetsanalys – Samhällsrisk.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Med avseende på samhällsrisk visar känslighetsanalysen att en ökning av antalet transporter med brännbara vätskor och gaser kan innebära en oacceptabelt hög risknivå.

En förändring i vad som transporteras innebär också att risknivån förändras och hamnar relativt högt inom ALARP-området, dock ej över det övre acceptanskriteriet.

Värdering av risk:

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms det ej vara rimligt att, med hänsyn till känslighetsanalysen, ställa ytterligare krav på riskreducerande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.3).

6 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms risknivån (inklusive hänsyn till känslighetsanalysen) för det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån som de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i jämförelse med deras riskreducerande effekt.

I bilaga D redovisas en utförlig diskussion avseende rimlighet av att genomföra vissa åtgärder.

6.2 Diskussion

6.2.1 Fördjupad studie av individrisk och samhällsrisk

För att kunna identifiera lämpliga åtgärder till den nya bebyggelsen genomförs en mer fördjupad studie av de beräknade risknivåerna (individrisk och samhällsrisk) för att avgöra vilka olycksrisker som innebär störst bidrag till den sammanlagda riskbilden. Den fördjupade studien av samhällsrisk kommer bl.a. beakta hur den nya bebyggelsen bedöms påverka risknivån i förhållande till befintliga förhållanden:

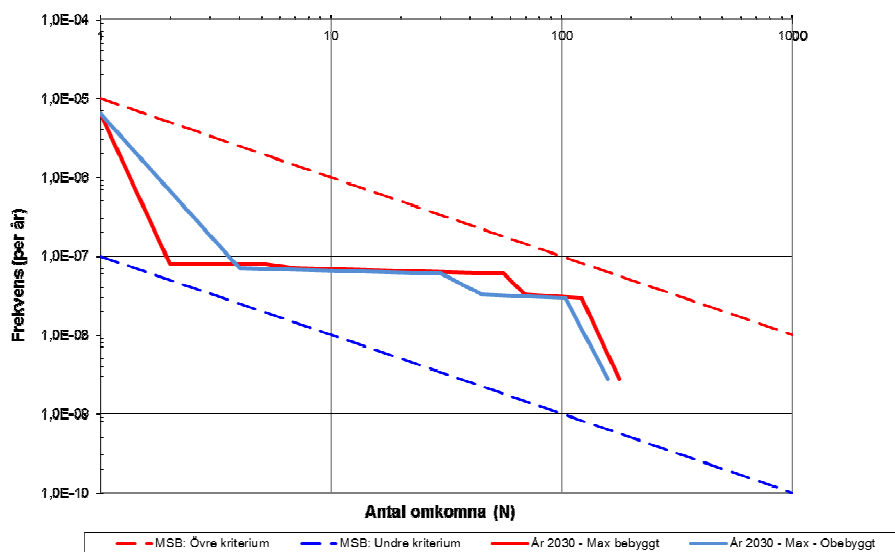
- Med avseende på **individrisk** bedöms det vara olycksriskerna brand i godståg samt olycka med brandfarliga vätskor som innebär störst bidrag till risknivån inom planområdet, vilket främst beror på de förhållandevis höga olycksfrekvenserna. Individrisken inomhus är låg eftersom avståndet mellan järnväg och planerade byggnader överstiger skadeavståndet för brandspridning till byggnader vid dessa olycksrisker.

Känslighetsanalysen visar att individrisken utomhus är relativt känslig för förändringar i antalet farligt godstransporter, medan risknivån inomhus är okänslig för sådana förändringar. Även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter på Nynäsbanan (en ökning med en faktor 25 i förhållande till uppskattade transportmängder år 2030 skulle motsvara mer än 100 % av den totala mängden farligt gods på svenska järnvägar år 2011) bedöms dock individrisken utomhus endast hamna inom den nedre halvan av ALARP-området. Både utomhus och inomhus är risknivån dessutom relativt okänslig för förändringar i vilka ämnen som transporteras.

- Med avseende på **samhällsrisk** är det olycksriskerna brand i godståg och olycka med brandfarliga vätskor som orsakar att risknivån för enstaka omkomna hamnar inom ALARP. Med hänsyn till det studerade området bedöms dock bidraget till risknivån förknippad med dessa olycksrisker inte påverkas av den planerade nya bebyggelsen inom kv. Bonden 1. Enligt konsekvensberäkningarna innebär olycksriskerna inga konsekvenser inom de nya byggnaderna. Inom planområdet är det endast personer utomhus som riskerar att förolyckas. Nyttjandet av området mellan järnvägen och de nya byggnaderna i kv. Bonden 1 kommer att vara

oförändrat (parkeringsytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse). Riskbidraget för dessa olycksrisker kommer därför att vara oförändrat vid ny bebyggelse enligt föreslagen situationsplan.

Enligt tidigare beaktar beräkningen av samhällsriskerna inte enbart det aktuella planområdet utan även kringliggande befintlig bebyggelse (det studerade området har 150 meters radie kring olycksplatsen). Bidraget till samhällsriskerna för olycksrisker med stora konsekvenser (> 10 omkomna), d.v.s. större olyckor med brännbar gas, bedöms huvudsakligen bero på den befintliga bebyggelsen i kringliggande områden. I figur 6.1 nedan redovisas samhällsriskerna med, respektive utan, ny bebyggelse inom det aktuella planområdet.



Figur 6.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse respektive befintliga förutsättningar inom kv. Bonden 1 och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Den ökning som den nya bebyggelsen medför på samhällsriskerna bedöms vara begränsad. Att vidta åtgärder för att reducera konsekvenserna av olycka med brännbar gas för ny bebyggelse bedöms därför ge en begränsad reduktion av den sammanlagda risknivån.

Känslighetsanalysen visar att samhällsriskerna är relativt känsliga för både förändringar i antalet farligt godstransporter samt förändringar i vilka ämnen som transporteras på Nynäsbanan. Risknivån är dock även här främst beroende av befintlig bebyggelse.

6.2.2 Diskussion kring åtgärder

Placering av verksamheter: Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se tabell 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

Föreslagen situationsplan innebär att man uppfyller länsstyrelsens rekommenderade bebyggelsefria område på 25 meter från Nynäsbanan. Detta, tillsammans med nivåskillnaden mellan ny bebyggelse och järnvägen, bedöms vara mycket positivt ur risksynpunkt. Avståndet och nivåskillnaden skyddar mot urspårning och reducerar risken för brandspridning till byggnader, vilket innebär ett naturligt skydd mot en stor majoritet av olycksriskerna förknippade med järnvägen.

För att acceptera föreslagen bebyggelsestruktur med bostadshus närmare än 50 meter från järnväg rekommenderas att kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas (se nedan). Behovet av de byggnadstekniska åtgärder bedöms dock, utifrån ovanstående resonemang, vara relativt begränsat.

För att tillgodose föreslagen bebyggelsestruktur och att avståndet mellan järnväg och ny bostadsbebyggelse motsvarar föreslagen situationsplan behöver detta anges som krav i detaljplan, se vidare 7.3.1.

Utformning av obebyggda ytor: Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Inom planområdet gäller detta framförallt för området mellan nya byggnader och Nynäsbanan. Detta område bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Föreslagen utformning med parkeringsytor uppfyller rekommendationen. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare 7.3.1.

Planlösning, användningssätt m.m.: Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till Nynäsbanan behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på järnvägen. Det ska observeras att ovanstående resonemang avseende behovet av byggnadstekniska åtgärder har utförts utifrån förutsättningen att man ökar möjligheten för säker utrymning vid en olycka på järnvägen.

Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från Nynäsbanan. Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Åtgärderna bör åtminstone vidtas för byggnader inom 50 meter från järnvägen (rekommenderat skyddsavstånd enligt Länsstyrelsen). Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare 7.3.1.

Det ska observeras att utrymning via fönster eller balkong med räddningstjänstens stegutrustning inte uppfyller syftet med åtgärdsförslaget. Vidare ska det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart en utrymningsväg, som utgörs av trapphus som vetter mot järnvägen ska fasader mot järnvägen utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 3 kW/m^2 vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor på järnvägen. Detta rör sig dock om detaljprojektering som inte bör anges som krav i detaljplanen utan kan istället härledas till övriga lagkrav enligt Plan- och bygglagen avseende säker utrymning.

Kompletterade byggnadstekniska åtgärder: Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelsestruktur inom planområdet att länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd mellan järnväg och bostadsbebyggelse underskrids. För att acceptera

detta behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder utifrån respektive olycksrisk:

- Enligt avsnitt 7.2.1 har olycksriskerna tågbrand och olycka med brandfarliga vätskor en mycket begränsad påverkan på risknivån inom planerad ny bebyggelse. Konsekvenserna av dessa olycksrisker reduceras genom skyddsavstånd, nivåskillnad, restriktioner kring markanvändning samt placering av utrymningsvägar. Utifrån detta bedöms det inte vara rimligt att vidta kompletterande byggnadstekniska åtgärder för skydd mot dessa olycksrisker.
- Konsekvenserna av olycka med brännbar gas reduceras delvis genom skyddsavstånd och restriktioner kring markanvändning samt placering av utrymningsvägar. Enligt avsnitt 7.2.1 innebär dessa olycksrisker en begränsad påverkan både på individrisk och samhällsrisk.

För att ytterligare reducera risken för spridning av gaser in i byggnader rekommenderas att ventilationstekniska åtgärder vidtas. Åtgärderna föreslås innebära att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på Nynäsbanan. Dessa åtgärder kan också reducera spridning av brandgaser samt giftiga gaser. Åtgärderna bör åtminstone vidtas för byggnader inom 50 meter från järnvägen (rekommenderat skyddsavstånd enligt Länsstyrelsen). Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan eller planbeskrivning, se vidare 5.2.

- Utifrån känslighetsanalysen som redovisas i avsnitt 6.1 samt diskussionen i avsnitt 7.2.1 har olycksrisker förknippade med eventuella tillkommande farligt godsklasser en mycket begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk för det aktuella planområdet. Enligt nationell statistik utgör de tillkommande klasser som vid en olycka kan innebära konsekvenser inom planområdet (massexplosiva ämnen, giftiga gaser samt oxiderande ämnen och organiska peroxider) generellt mycket låga andelar av den totala farligt godsmängden. Om större andelar förekommer på enstaka sträckor beror detta oftast på särskilda omständigheter med en särskild större verksamhet.

För att kunna minska konsekvenserna av en olycka med explosiva ämnen och olycka med oxiderande ämnen eller organiska peroxider skulle det krävas mycket omfattande och kostsamma åtgärder på byggnadens stomme och fasad. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på stommens seghet och deformationsförmåga samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen. Åtgärden innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader. Med hänsyn till den mycket låga, om ens befintliga, påverkan som dessa olycksrisker har på risknivån inom planområdet bedöms det inte vara rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner.

De föreslagna ventilationstekniska åtgärderna som redovisas ovan reducerar risken för spridning av giftiga gaser in i byggnaden. Med hänsyn till den mycket låga, om ens befintliga, påverkan som olycka med giftig gas på Nynäsbanan har på risknivån inom planområdet, bedöms det inte vara rimligt att vidta ytterligare byggnadstekniska åtgärder för gasutsläpp.

6.3 Förslag till riskreducerande åtgärder

Vid ny bebyggelse inom planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Avståndet mellan Nynäsbanan och ny bostadsbebyggelse ska ej understiga 30 m.
- Obebyggda områden mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 50 meter från Nynäsbanan ska bostadshus utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - o Friskluftsintag placerade bort från Nynäsbanan mot skyddad sida
 - o Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Nynäsbanan

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen alternativt som krav i planbestämmelsen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp på Nynäsbanan genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större brand på Nynäsbanan (t.ex. brand i godståg eller stor pölbrand) genom skyddsavstånd som förhindrar brandspridning in i byggnader närmast Nynäsbanan.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Nynäsbanan genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från järnvägen.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

7 SLUTSATS

Det aktuella planområdet kv. Bonden 1 ligger i ett relativt utsatt läge med hänsyn till olycksrisker förknippade med tågtrafiken på Nynäsbanan (inkl. transporter av farligt gods). På Nynäsbanan förekommer idag framförallt persontågstrafik, men en planerad godshamn i Norvik i Nynäshamns kommun innebär en ökning av godstrafiken på järnvägen, inkl. transporter av farligt gods. Av de farligt godsklasser som kan påverka risknivån inom planområdet är det främst transporter av brännbara gaser (klass 2.1) och brandfarliga vätskor (klass 3) som bedöms förekomma på Nynäsbanan.

Nivåskillnaden mellan järnvägen och planområdet innebär att urspårningsrisken är mycket låg. Den planerade bebyggelsen inom planområdet innebär att risknivån förknippad med brand i godståg samt transporter av farligt gods på Nynäsbanan är förhöjd och på en sådan nivå att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse. Behovet av åtgärder behöver dock diskuteras ur ett kostnads-/nyttoperspektiv.

Vid ny bebyggelse inom planområdet kv. Bonden 1 behöver följande åtgärder vidtas. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen alternativt krav i planbeskrivningen för området:

- Avståndet mellan Nynäsbanan och ny bostadsbebyggelse ska ej understiga 30 m.
- Obebyggda områden mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 50 meter från Nynäsbanan ska bostadshus utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - Friskluftsintag placerade bort från Nynäsbanan mot skyddad sida
 - Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Nynäsbanan

8 REFERENSER

- /1/ Detaljplaneprogram för Del av Bonden 1 samt del av Hammartorp 1:1 inom Trångsunds kommun, Huddinge kommun, Miljö- och samhällsbyggnadsförvaltningen, maj 2012
- /2/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /3/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012
- /4/ Powerpointpresentation av Nynäsbanan, Trafikverket 2012-06-19, finns att hämta på www.trafikverket.se/
- /5/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplanning, 2007-01-31
- /6/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7
- /7/ Flödet av farligt gods på järnväg, en översiktlig kartering i GIS-miljö, Räddningsverket 1996 (www.msb.se)
- /8/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007, (www.msb.se)
- /9/ RID-transporter utförda av Green Cargo, Älvsjö- Jordbro, mars-maj 2005
- /10/ Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan inom Kalvö 1:22 och 1:12, LNG-terminal i Nynäshamns kommun, Sweco Viak, Antagandehandling mars 2008
- /11/ Bantrafik 2011 – Statistik (rapportnr: 2012:22), Trafikanalys, 2012
- /12/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001
- /13/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

**Kv. Bonden 1 i Trångsund,
Huddinge kommun**

Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan

BILAGA A

FREKVENSBERÄKNINGAR

A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med den angränsande järnvägen:

- Brand i godståg
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

I enlighet med slutsatsen av den inledande riskanalysen så omfattar den fördjupade analysen inte olycksrisken urspårning. Med hänsyn till detta beaktas inte pendeltågstrafiken i de fortsatta frekvensberäkningarna.

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget kommer en känslighetsanalys utföras som dessutom beaktar olycksrisker förknippade med följande farligt godsklasser, se vidare avsnitt A.4:

- Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne eller organiska peroxider (klass 5)

A.2 INDATA

A.2.1 Nynäsbanan

Planområdet angränsar mot Nynäsbanan utmed ca 100 meter. Den aktuella järnvägssträckan är rak och består av två spår (utan växlar) med genomgående tågtrafik. Strax väster om planområdet ligger Trångsunds pendeltågstation.

Tillåten maxhastighet på spåren är 140 km/h för pendeltåg och 100 km/h för godståg. Hastigheten för pendeltåg är troligtvis lägre med hänsyn till den närliggande stationen.

A.2.1.1 Tågtrafik allmänt

På den aktuella järnvägssträckan går huvudsakligen pendeltåg. Det förekommer idag endast enstaka godståg.

Totalt passerar ca 140-145 tåg per vardagsmedeldygn /1/. I de fortsatta beräkningarna antas det gå 5 godståg per dygn på den aktuella sträckan. Med en genomsnittlig tåglängd på ca 30 godsvagnar /2/ motsvarar detta ca 54750 godsvagnar per år.

Stockholms Hamnar planerar en ny hamn för godsartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Godset kommer att transporteras till och från hamnen på både väg (väg 73) och järnväg (Nynäsbanan). Fullt utbyggd beräknas hamnen kunna hantera ca 300 000 containers per år samt en genomströmning av 200 000 fordon med rullande gods (Roll on-Roll off) /3/. Enligt en miljöriskanalys som har upprättats /4/ i samband med planarbetet för hamnen uppskattas hamnen medföra ca 55 000 godsvagnar på Nynäsbanan varje år. Detta motsvarar ytterligare ca 5 godståg per dygn (genomsnittlig tåglängd 30 godsvagnar).

A.2.1.2 Transporter av farligt gods

Det förekommer transporter av farligt gods på Nynäsbanan. Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger viss information om vad som har transporterats/transporteras:

/1/ Powerpointpresentation av Nynäsbanan, Trafikverket 2012-06-19, finns att hämta på www.trafikverket.se/

/2/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994

/3/ Stockholms Hamnars hemsida – Kortfakta om Stockholm Norvik, www.stockholmshamn.se, Uppgifter hämtade 2013-04-11

/4/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplanning, 2007-01-31

- Under perioden september-november 1996 respektive under september 2006 utförde MSB (tidigare Räddningsverket) mätningar av mängden farligt gods som transporterades på Sveriges järnvägar, däribland Nynäsbanan /5, 6/.
- Green Cargo utgör en av de större transportörerna av gods på Sveriges järnvägar. De står för ca 95 % av godstransporterna genom Stockholm. Statistik har erhållits från Green Cargo för mängden farligt gods på sträckan Älvsjö-Jordbro under en tremånadersperiod år 2005 /7/.

Enligt ovan kommer den planerade nya hamnen för godsfartyg i Norvik att generera godstransporter på Nynäsbanan. Enligt den miljöriskanalys som har upprättats /4/ i samband med planarbetet för hamnen bedöms ca 2,5 % av det uppskattade antalet godsvagnar till och från hamnen rymma farligt gods. Detta motsvarar ca 1 280 vagnar med farligt gods per år.

I tabell A.1 redovisas de uppskattade transportmängderna från respektive kartläggning. Transportmängderna har räknats om till årsbasis för att underlätta jämförelse mellan underlagen. Omräkningen har utförts grovt genom ett antagande att fördelningen av transporter är jämn över året. Utifrån en uppskattad medelmängd per godsvagn omräknas mängderna även till antal godsvagnar.

I en separat kolumn redovisas det uppskattade antalet vagnar med farligt gods som en utbyggnad av Norviks hamn kan medföra.

Tabell A.1. Uppskattade transportmängder farligt gods per år på aktuell del av Nynäsbanan enligt MSB respektive Green Cargo samt tillkommande transportmängd farligt gods prognosår 2030 (efter utbyggnad av Norviks hamn).

Klass	Transporterad mängd (ton/år)			Mängd per vagn	Antal transporterade vagnar (/år)		
	2005	2006	Tillkommande vid utbyggnad av Norviks hamn		2005	2006	Tillkommande vid utbyggnad av Norviks hamn
1	0	0	0	-	0	0	0
2	1 656*	0-62 400*	3 220**	46	36*	0-1 357*	70**
3	7 296	0-104 400	21 660	57	128	0-1 831	380
4	0	0	2 000	50	0	0	40
5	0	0	2 700	30	0	0	90
6	0	0	1 800	20	0	0	90
7	0	0	0	-	0	0	0
8	0	0	8 250	25	0	0	330
9	0	0	7 000	25	0	0	280
Totalt	8 952	0-166 800	46 630		164	0-3 188	1 280

* 100 % klass 2.1

** 20 % klass 2.1; 60 % klass 2.2; 20 % klass 2.3 /4/

/5/ Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods i Sverige–1996, Räddningsverket, 1996 (finns att hämta på www.msb.se)

/6/ Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods – september 2006, Räddningsverket, 2007 (finns att hämta på www.msb.se)

/7/ Antal vagnar med farligt gods på sträckan Älvsjö – Jordbro under perioden mars-maj 2005, Green Cargo, 2005

A.3 BERÄKNINGAR JÄRNVÄGSOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka med godståg på den aktuella järnvägssträckan utmed planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund. Avsnittet behandlar först grundscenariot järnvägsolycka (urspårning m.m.), där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Banverkets rapport ”Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” /8/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt A.2 avseende faktorerna:

- Antal spårkm – aktuell sträcka x antal spår
- Antal tågkm – aktuell sträcka x antal tåg
- Antal vagnaxelkm – aktuell sträcka x antal vagnar x antal vagnaxlar per vagn

A.3.1 Järnvägsolycka allmänt

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande sannolikheter för urspårning förknippade med olika typer av felfaktorer, vilka finns redovisade i Banverkets rapport /8/:

- | | | | |
|----------------|---|--------------------|---------------------------------------|
| • Rälsbrott | $5,0 \cdot 10^{-11}$ / vagnaxelkm | • Lastförskjutning | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km godståg |
| • Solkurvor | $1,0 \cdot 10^{-5}$ / spårkm | • Annan orsak | $5,7 \cdot 10^{-8}$ / tågkm |
| • Spårlägesfel | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km | • Okänd orsak | $1,4 \cdot 10^{-7}$ / tågkm |
| • Vagnfel | $5,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km (persontåg)
$3,1 \cdot 10^{-9}$ / v.a.km (godståg) | | |

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur.

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt Banverkets rapport /8/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

Frekvensen för urspårning har beräknats utifrån ovanstående indata för respektive järnvägsspår och sammanställs i tabell A.2. Frekvensen beräknas för godståg på den aktuella sträckan av Nynäsbanan som angränsar mot planområdet (d.v.s. 100 m).

/8/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Tabell A.2. Beräknad frekvens för järnvägsolycka med godståg till följd av felfaktorer förknippade med spårfel, tågfel eller övrigt.

Orsak	Frekvens [per år]	
	IDAG	År 2030
Solkurvor	2,0E-06	2,0E-06
Rälsbrott	1,1E-06	2,2E-06
Spårlägesfel	8,8E-06	1,8E-05
Vagnfel	6,8E-05	1,4E-04
Lastförskjutning godståg	8,8E-06	1,8E-05
Annan orsak	1,0E-05	2,1E-05
Okänd orsak	2,6E-05	5,1E-05
Total urspårningsfrekvens	1,2E-04	2,5E-04
Totalt antal urspårade vagnar	4,4E-04	8,7E-04

A.3.2 Tågbrand

I underredet till en järnvägsvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder i tåg är bland annat tekniska fel som t ex el-, motor- eller bromsfel. Tågbränder kan också starta inne i järnvägsvagnen, till följd av t ex elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Enligt statistik från Trafikverket (tidigare Banverket) var frekvensen för brand i järnvägsfordon mellan 1997-2006 ca 0,6-1,6 per 10 miljoner tågkilometer /9/. Ett genomsnittligt godståg (i hela Sverige) antas enligt tidigare bestå av ca 30 vagnar, vilket innebär att brandfrekvensen motsvarar ca 1,9-5 per 1 000 miljoner vagnkilometer. Utifrån en jämförelse av olyckskvoten för tågbrand med den beräknade olyckskvoten för järnvägsolycka med godståg (ca 10^{-7} per vagnkm) uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av en järnvägsolycka vara ca 2-5 %.

Detta ger följande uppskattade frekvens för brand i godståg på den aktuella järnvägssträckan:

- Idag: 2,5E-06 – 4,9E-06 per år
- År 2030: 6,2E-06 – 1,2E-05 per år

/9/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006

A.3.3 Järnvägsolycka med farligt gods

Utifrån den sammanlagda olycksfrekvensen som redovisas för godståg i tabell A.2 beräknas frekvensen för farligt godsolycka utifrån den andel av vagnarna som rymmer farligt gods.

Enligt tabell A.1 är det stora skillnader avseende mängderna farligt gods på den aktuella järnvägssträckan mellan de olika kartläggningarna. De fortsatta beräkningarna utgår från en mycket grov uppskattning av antalet farligt godstransporter på Nynäsbanan. Uppskattningen är konservativ och utgår från maximala transportmängder för respektive klass enligt tabell A.1.

I förhållande till dagens transportsiffror innebär ovanstående antagande att farligt godsvagnarna utgör $3188 / 54750 = 5,8 \%$ av det totala antalet godsvagnar på Nynäsbanan. Motsvarande andel för de prognostiserade transportsiffrorna år 2030 är $4468 / 109750 = 4,1 \%$.

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods **Idag** respektive **År 2030**. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godsvagn är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet godsvagnar som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass.

*Tabell A.3. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad sträcka av Nynäsbanan.
Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar.
Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.*

Scenario	Järnvägsolycka med farligt gods					
	IDAG			ÅR 2030		
	Antal transp.	Andel	Frekvens [per år]	Antal transp.	Andel	Frekvens [per år]
Totalt	3188	5,8%	2,5E-05	4468	4,1%	3,5E-05
klass 1	0	0%	0,0E+00	0	0%	0,0E+00
Klass 2.1	1357	43%	1,1E-05	1371	31%	1,1E-05
Klass 2.2	0	0%	0,0E+00	42	1%	3,3E-07
Klass 2.3	0	0%	0,0E+00	14	0%	1,1E-07
klass 3	1832	57%	1,5E-05	2212	49%	1,7E-05
klass 4	0	0%	0,0E+00	40	1%	3,2E-07
klass 5	0	0%	0,0E+00	90	2%	7,1E-07
klass 6	0	0%	0,0E+00	90	2%	7,1E-07
klass 7	0	0%	0,0E+00	0	0%	0,0E+00
klass 8	0	0%	0,0E+00	330	7%	2,6E-06
klass 9	0	0%	0,0E+00	280	6%	2,2E-06

A.3.3.1 Utsläpp och antändning av brännbar gas

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka antas för tjockväggiga vagnar till 1 % respektive 1 % /8/.

Vid olycka med brännbar gas kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där en tankvagn utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

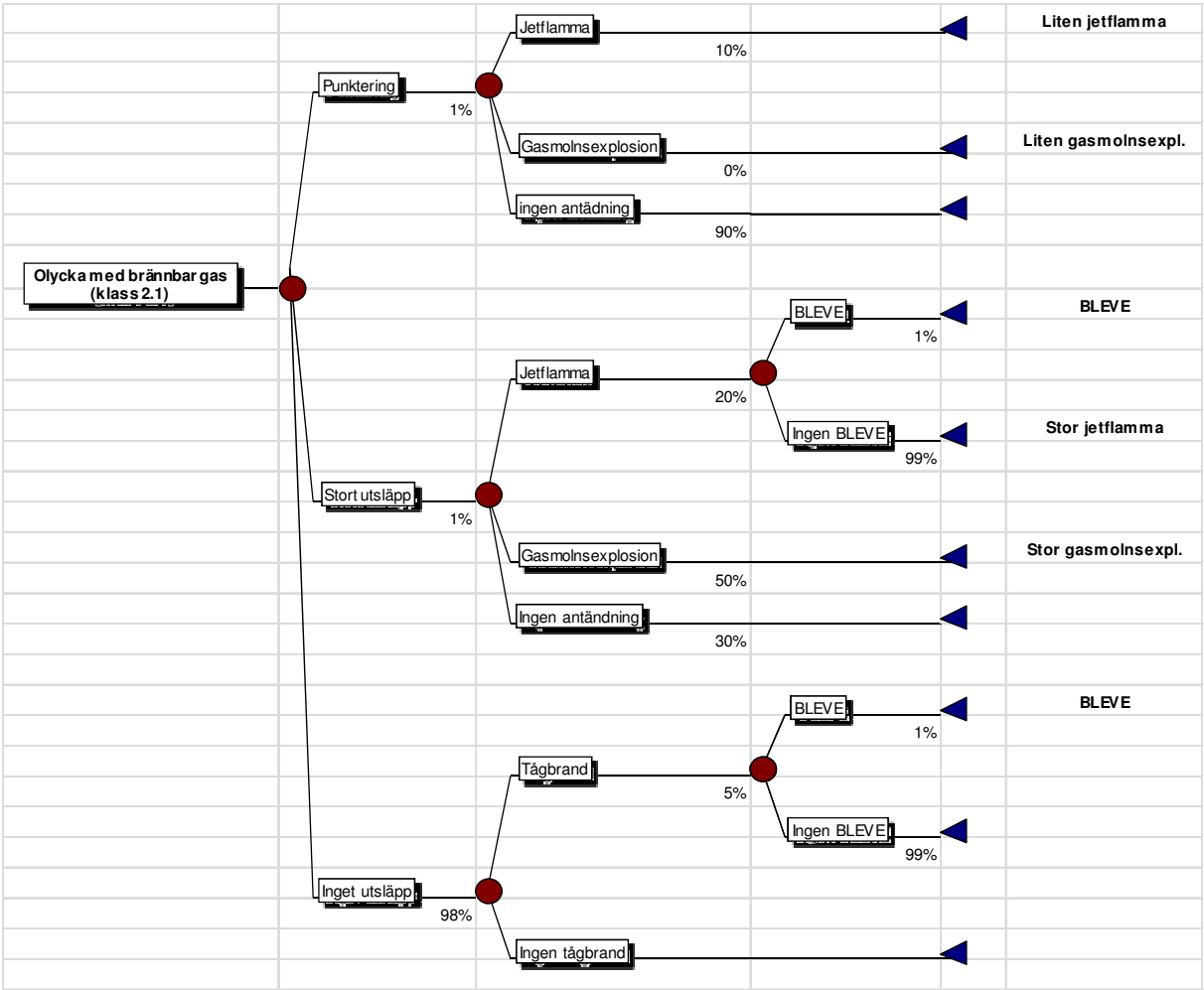
Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /10/:

	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolyckan leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Sannolikheten för att förhållandena kring något av dessa scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 % för respektive scenario. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.4.

/10/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brännbar gas (klass 2.1).

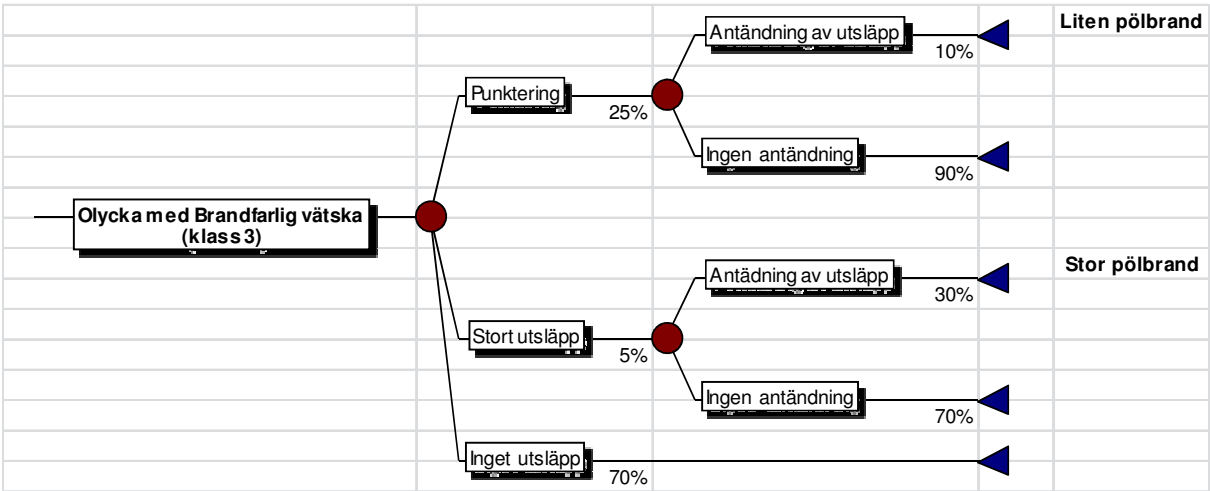
Scenario	Frekvens (per år)	
	IDAG	År 2030
Olycka med brännbar gas	1,1E-05	1,1E-05
Liten jetflamma	1,1E-08	1,1E-08
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	2,1E-08	2,1E-08
Stor gasmolnsexplosion	5,4E-08	5,4E-08
BLEVE		
jetflamma riktad mot oskadad tank	2,2E-10	2,2E-10
tågbrand under oskadad tank	5,3E-09	5,3E-09

A.3.3.2 **Klass 3. Brandfarliga vätskor**

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en något högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar. Sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspärning är för tunnväggig vagn 25 % och 5 % /8/.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /10/.

Figur A.2 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.5.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Scenario	Frekvens (per år)	
	IDAG	År 2030
Olycka med brandfarlig vätska	1,5E-05	1,7E-05
Liten pölbrand	3,6E-07	4,4E-07
Stor pölbrand	2,2E-07	2,6E-07

A.4 KÄNSLIGHETSANALYS

A.4.1 Allmänt

Risikanalysen avgränsas till att beakta de olycksrisker som utifrån den inledande risikanalysen bedöms påverka risknivån inom planområdet. I den inledande risikanalysen konstateras dock att det statistiska underlaget avseende förekomst av respektive farligt godsklass samt transportmängder på den aktuella järnvägen omfattar osäkerheter. Dessa osäkerheter behöver beaktas i den fördjupade risikanalysen för att inte underskatta risknivån. Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas därför en känslighetsanalys som dels beaktar förändringar i antalet transporter med brännbara gaser och brandfarliga vätskor och som dels beaktar olycksrisker förknippade med övriga farligt godsklasser som vid en eventuell olycka bedöms kunna påverka det aktuella planområdet.

A.4.2 Del 1. Förändrat transportantal

I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med brännbar gas respektive brandfarliga vätskor enligt motsvarande metodik som i avsnitt A.3, men där antalet transporter har antagits öka med en faktor 10 respektive en faktor 25 i förhållande till de uppskattade transportmängderna **år 2030**, se tabell A.6.

Tabell A.6. Känslighetsanalys del 1. Beräknade frekvenser för skadescenarier med brännbara gaser och brandfarliga vätskor vid förändrat transportantal.

Scenario	Frekvens (per år)		
	År 2030	x 10	x 25
Olycka med brännbar gas	1,1E-05	1,1E-04	2,7E-04
Liten jetflamma	1,1E-08	1,1E-07	1,1E-07
Liten gasmolnexplosion	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	2,1E-08	2,1E-07	2,1E-07
Stor gasmolnexplosion	5,4E-08	5,4E-07	5,4E-07
BLEVE			
jetflamma riktad mot oskadad tank	2,2E-10	2,2E-09	2,2E-09
tågbrand under oskadad tank	5,3E-09	5,3E-08	5,3E-08
Olycka med brandfarlig vätska	1,7E-05	1,7E-04	4,4E-04
Liten pölbrand	4,4E-07	4,4E-06	1,1E-05
Stor pölbrand	2,6E-07	2,6E-06	6,5E-06

A.4.3 Del 2. Övriga olycksrisker

A.4.3.1 Förutsättningar

Denna del av känslighetsanalysen avgränsas till att beakta olycksrisker förknippade med massexplosiva ämnen (klass 1.1), giftiga gaser (klass 2.3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Avgränsningen utgår från den kvalitativa riskuppskattningen i den inledande riskanalysen.

Känslighetsanalysen utgår från en uppskattning av antalet transporter med de aktuella farligt godsklasserna som utgår från landsomfattande statistik över hur stor andel av trafiken som i medel utgör farligt godsklasser samt fördelningen mellan respektive farligt godsklasser. Detta bedöms medföra en mycket konservativ uppskattning av antalet farligt godstransporter och frekvensen för respektive olycksscenario.

Trafikanalys har genomfört sammanställningar av samtliga transporter av farligt gods på järnväg i Sverige under de senaste åren /11/. Enligt sammanställningen utgör farligt gods ca **3-5 %** av de totala godsmängderna på järnväg. Denna andel har varit relativt oförändrad under de senaste åren. Enligt avsnitt A.3.3 motsvarar detta ungefär den uppskattade andelen farligt gods år 2030.

Fördelningen mellan respektive farligt godsklass skiljer sig dock något för den nationella statistiken jämfört med antagen fördelning för Nynäsbanan. I tabell A.7 redovisas den antagna fördelningen av farligt godstransporterna på Nynäsbanan år 2030 utifrån fördelningen enligt nationell statistik.

Tabell A.7. Uppskattat antal farligt godstransporter på Nynäsbanan år 2030 utifrån nationell statistik – Känslighetsanalys utifrån prognos.

Klass	Antal	Andel
1	1	0,015%
2	1296	29%
3	1743	39%
4	322	7,2%
5	581	13%
6	85	1,9%
7	1	0,03%
8	411	9,2%
9	31	0,7%
Totalt	4470	100%

/11/ Bantrafik 2011 – Statistik (rapportnr: 2012:22), Trafikanalys, 2012

A.4.3.2 Frekvensberäkningar

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods utförs med samma metodik som redovisas i avsnitt A.3. Beräkningarna genomförs för den prognostiserade trafikmängden enligt avsnittet ovan. Resultatet redovisas i tabell A.8.

Tabell A.8. Sammanställning frekvensberäkningar olycka med farligt gods i anslutning till planområdet år 2030 utifrån nationell statistik – Känslighetsanalys.

Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar.

Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.

Scenario	Olycka med farligt gods [per år]	
	Andel	Frekvens
Totalt	4,1 %	3,5E-05
klass 1	0,015%	5,3E-09
Klass 2	29%	1,0E-05
klass 3	39%	1,4E-05
klass 4	7,2%	2,5E-06
klass 5	13%	4,6E-06
klass 6	1,9%	6,7E-07
klass 7	0,03%	1,1E-08
klass 8	9,2%	3,2E-06
klass 9	0,7%	2,5E-07

De fortsatta beräkningarna avgränsas till olyckor förknippade med transporter av ämnen ur klass 1, klass 2.3 och klass 5 (frekvenser för klass 2.1 och 3 enligt tidigare beräkningar för År 2030).

Klass 1. Explosiva ämnen

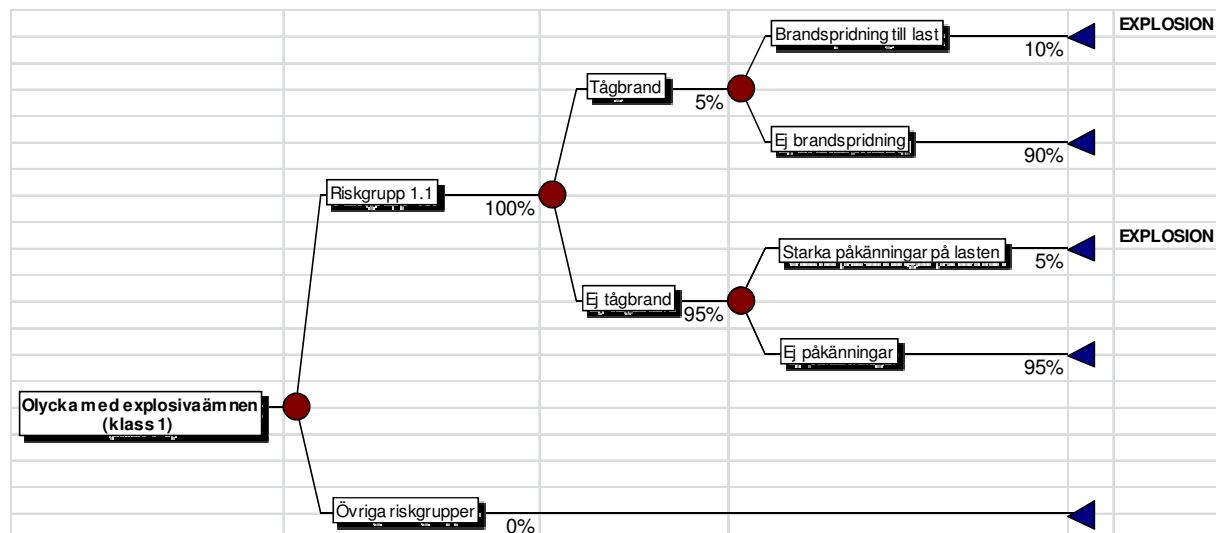
Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /12/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport och utifrån detta bedöms det vara låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 5 % av fallen.

/12/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7

Enligt avsnitt A.3.2 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 2-5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S avseende transport av massexplosiva ämnen.

Figur A.3 visar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av massexplosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.9.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.9. Beräknade frekvenser för olika scenarier vid transport av klass 1.

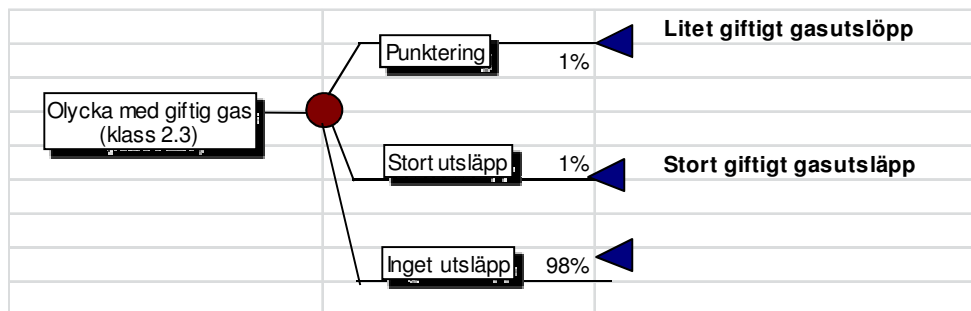
Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med explosivämne (klass 1)	5,3E-09
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
- P.g.a. fordonsbrand	2,5E-10
- P.g.a. starka påkänningar	2,6E-11

Klass 2.3. Giftig gas

I tabell A.7 redovisas det totala uppskattade antalet gastransporter. Normalt utgör en klar majoritet av gastransporterna av klass 2.1 och klass 2.2 medan klass 2.3 (giftiga gaser) utgör en begränsad del. I känslighetsanalysen antas det dock konservativt att 25 % av gastransporterna utgör giftiga gaser.

För utsläpp av giftiga gaser används motsvarande indata som för brännbara gaser avseende sannolikhet för utsläpp respektive fördelning mellan olika utsläppsstorlekar (se avsnitt A.3.2.1).

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier redovisas i tabell A.10.



Figur A.4. Händelseträd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.10. Beräknade frekvenser för olika scenarier vid transport av klass 2.3.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med giftig gas	2,6E-06
Litet utsläpp	2,6E-08
Stort utsläpp	2,6E-08

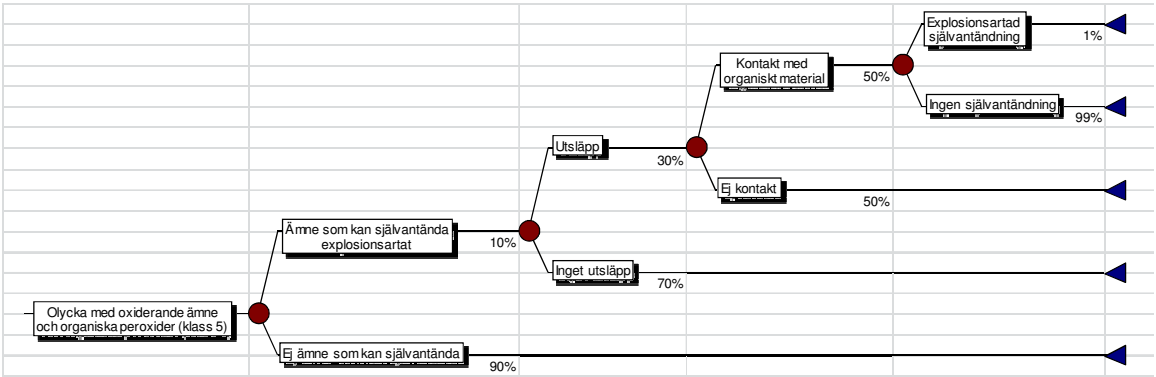
Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt regelverket RID-S /12/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Det antas grovt att 10 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen antas transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 %. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.5 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier redovisas i tabell A.11.



Figur A.5. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.11. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av klass 5.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	4,6E-06
Explosionsartat brandförlopp	6,9E-10

**Kv. Bonden 1 i Trångsund,
Huddinge kommun**

Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan

BILAGA B

KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med den angränsande järnvägen:

- Brand i godståg
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget kommer en känslighetsanalys utföras som dessutom beaktar olycksrisker förknippade med följande farligt godsklasser, se vidare avsnitt B.5:

- Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne eller organiska peroxider (klass 5)

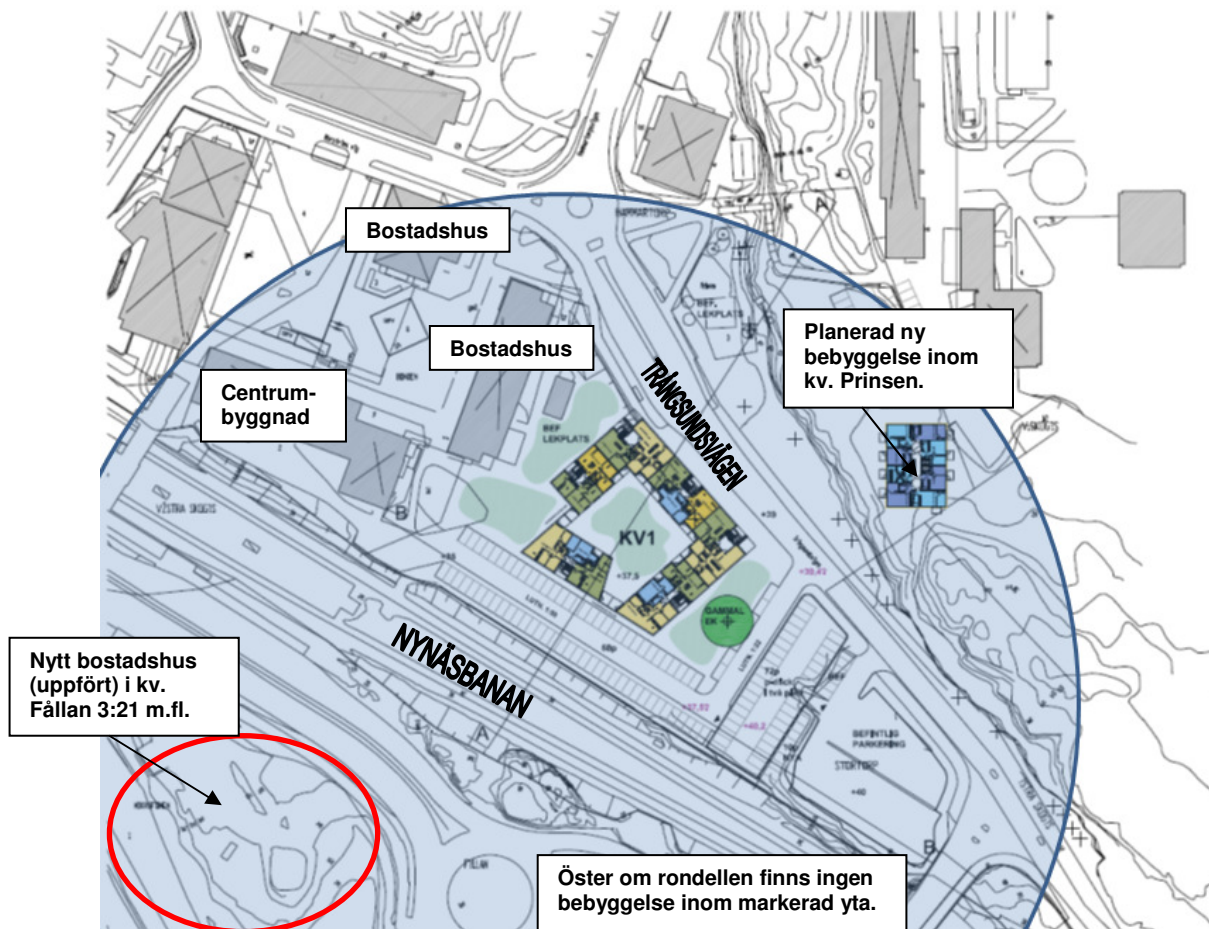
Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

B.1.1 Förutsättningar

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde med planerad bebyggelsestruktur samt omgivande bebyggelse. Området som studeras utgör ca 150 meters radie från Nynäsbanan (riskhanteringsavstånd enligt Länsstyrelsens riktlinjer). Figur B.1 utgör en översiktsskild som visar det aktuella området efter planerad exploatering av planområdet kv. Bonden 1. En olycka antas inträffa där den innebär så stor konsekvens i form av antal omkomna som möjligt för den nya bebyggelsen, vilket innebär mitt för det aktuella planområdet.



Figur B.1. Planskiss – Förslag till ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 (HMXW Arkitekter, 2012-03-16). Blå cirkel markerar det studerade området i konsekvensberäkningarna (radie 150 meter).

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten. Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom området samt en uppskattning av byggnadsytor samt ytor utomhus varit nödvändiga.

Befintliga förhållanden: I dagsläget omfattar det aktuella planområdet endast parkeringsytor och garagelängor (totalt ca 100 parkeringsplatser), vilket ej bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse. Persontätheten inom planområdet är mycket låg.

Planerad bebyggelse: Den planerade exploateringen innebär ca 90 nya bostadslägenheter i två byggnadskroppar. Personantalet uppskattas grovt till 2-3 boende per lägenhet, d.v.s. totalt ca 180-270 personer. Ca 15-20 % (1 300 m² av ca 7 500 m²) av planområdets totala yta kommer att bebyggas.

Utöver planerad bebyggelse utförs området med grönytor och parkeringsytor, se figur B.1. Inom ca 30 meter från Nynäsbanan planeras inga verksamheter som innebär stadigvarande vistelse. Den förväntade nyttjandegraden av grönyterna är beroende av dess utformning (t.ex. tillgång till lekplatser, parkbänkar m.m.). I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att ca 10 % av de boende i området befinner sig utomhus, varav enstaka personer förväntas vistas inom ytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse (d.v.s. inom 30 m från järnvägen).

Kringliggande bebyggelse: Bebyggelsestrukturen kring planområdet är relativt varierande. Väster om området ligger Trångsunds centrum. Det studerade området inrymmer bl.a. två flerbostadshus i 12-14 våningar samt en lägre butiksbyggnad (2-3 våningar), se figur B.1. Inom det studerade området finns ca 190-200 befintliga bostadslägenheter. Butiksbebyggelsen täcker ca 10 000 kvm yta.

Områdena öster om planområdet är obebyggda inom 150 meter. Ytan närmast planområdet består delvis av parkeringsplatser. Inga verksamheter som uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Även områdena på motstående sida om Nynäsbanan är huvudsakligen obebyggda. Den enda bebyggelsen inom den studerade radien (150 m) utgörs av två nybyggda flerbostadshus inom kv. Fållan 3:21 m.fl. vilket omfattar ca 100 bostadslägenheter. Avståndet mellan Nynäsbanan och bebyggelsen som minst är ca 50 meter. Obebyggda ytor mellan järnväg och bebyggelse bedöms ej uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Sammanställning: För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde så görs grova uppskattningar inom aktuella områden. I tabell B.1 och B.2 redovisas de uppskattade personantalen inom de studerade områdena utifrån befintliga förhållanden respektive efter exploatering. Persontätheten bedöms variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter. Inom bostadsbebyggelse antas grovt ”beläggningen” vara ca 50 % under dagtid och 100 % nattetid. Inom kontor och verksamheter antas beläggningen vara 100 % dagtid och 0 % nattetid. Detsamma gäller för områden utomhus.

Tabell B.1. Uppskattade personantal utmed Nynäsbanan som funktion av avståndet från järnvägen – **Planerad bebyggelse.**

Verksamhet	Planområde kv. Bonden 1		Kringliggande bebyggelse (Trångsunds centrum m.m.)	
	DAG	NATT	DAG	NATT
Bostad	< 30 m: 0 30-75 m: 80-120	< 30 m: 0 30-75 m: 160-240	< 50 m: 0 50-150 m: 300-450	< 50 m: 0 50-150 m: 600-900
Kontor/butiker/ förskola mm	0-75 m: 0	0-75 m: 0	< 20 m: 0 20-150 m: 500-1000	0-150 m: 0
Utomhus	< 10 m: 0 10-30 m: 0-5 30-75 m: 15-25	0-75 m: 0	< 20 m: 0-20 * 20-150 m: ca 100-200	0-150 m: 0

* Ej inkluderat resenärer inom resecentrumet.

Tabell B.2. Uppskattade personantal utmed Nynäsbanan som funktion av avståndet från järnvägen – **Befintliga förhållanden.**

Verksamhet	Planområde kv. Bonden 1		Kringliggande bebyggelse (Trångsunds centrum m.m.)	
	DAG	NATT	DAG	NATT
Bostad	0-75 m: 0	0-75 m: 0	< 50 m: 0 50-150 m: 300-450	< 50 m: 0 50-150 m: 600-900
Kontor/butiker/ förskola mm	0-75 m: 0	0-75 m: 0	< 20 m: 0 20-150 m: 500-1000	0-150 m: 0
Utomhus	<10 m: 0 10-75 m: < 10	0-75 m: 0	< 20 m: 0-20 * 20-150 m: ca 100-200	0-150 m: 0

* Ej inkluderat resenärer inom resecentrumet.

B.2 BRAND I GODSTÅG

Konsekvenserna av en tågbrand med avseende på påverkan på kringliggande bebyggelse m.m. är beroende av tågtyp och brandens omfattning. En stor tågbrand kan innebära brandeffekter som uppnår över 100 MW och bedöms därför kunna jämföras med pölbrand enligt avsnitt B.4.

Skadeområdet och konsekvenserna av en brand i godståg kommer att utgå från strålningsberäkningarna som redovisas i avsnitt B.4. Konsekvenserna uppskattas konservativt utifrån resultatet av strålningsberäkningarna för stor pölbrand, se tabell B.7 och B.8.

B.3 BRÄNNBARA GASER

För brännbara gaser kommer tre olika scenarier att studeras, som beror på typen av antändning (se även bilaga A):

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där en tankvagn utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

B.3.1 Skadeavstånd

B.3.1.1 Indata

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn (ca 40 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I beräkningarna har följande indata angetts i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens tomma vikt: 50 ton
- Designtryck: 15 bar övertryck

- Bristningstryck: 4 x designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /1/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

B.3.1.2 Beräkningar och resultat

I tabell B.3 redovisas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras. Skadeområdena som anges i tabell B.3 gäller en oskyddad person utomhus och anges i form av området där strålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a respektive 3:e gradens brännskada.

Tabell B.3. Beräknade skadeområden vid olika skadescenarier med utsläpp och antändning av brännbar gas vid transport i järnvägstank.

Skadescenario	Skadeområde utomhus	
	2:a gradens	3:e gradens
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – jetflamma	4,8 x 6 m	3,8 x 4 m
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – gasmolnsexplosion	~ 5 x 0 m	~ 5 x 0 m
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – jetflamma	44 x 48 m	39 x 34 m
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – gasmolnsexplosion	146 x 165 m	141 x 165 m
BLEVE	Radie 266 m	Radie 173 m

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

B.3.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående skadeområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario, se tabell B.4. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.2.1.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- För personer **utomhus** bedöms ca 15 % inom skadeområdet för 2:a gradens brännskada få dödliga skador /2/. Inom skadeområdet för 3:e gradens brännskada omkommer motsvarande ca 50 %.
- För personer **inomhus** är sannolikheten att omkomma relativt låg och är främst förknippad med risken för brandspridning, men uppskattas till 5-10 % inom skadeområdet där strålningen kan leda till 2:a gradens brännskada.
- För jetflamma respektive gasmolnsexplosion förutsätts att utsläppet är riktat mot det aktuella planområdet. Detta ger störst konsekvens avseende ny bebyggelse.
- För jetflamma respektive BLEVE beaktas att framförliggande bebyggelse begränsar skadeområden och påverkan på bakomliggande bebyggelse och obebyggda ytor.

Tabell B.4. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brännbar gas på Nynäsbanan i höjd med kv. Bonden 1.

	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
Skadescenario	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten jetflamma	5x6	< 30	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Liten gasmolnsexpl.	5x0	< 10	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Stor jetflamma	45x50	2 250	50	3-4 / 0	10 %	1-3 / 3-5	Påverkar endast planområdet, både obebyggda och bebyggda delar.
Stor gasmolnsexpl.	145x165	23 925	50	40-70* / 0	10 %	45-65 / 55-85 **	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan.
BLEVE	R _{Tot} =265	220 620	50 (R=175) 15 (R=265)	70-125*** / 0	10 %	90-155 / 75-115 ****	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan.

* Varav ca 10-15 inom planområdet.

** Varav ca 10-15 dagtid respektive 15-25 nattetid inom planområdet.

*** Varav ca 10-15 inom planområdet.

**** Varav ca 10-15 dagtid respektive 15-25 nattetid inom planområdet.

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, andra reviderade och utökade upplagan, Forsvarets Forskningsanstalt, September 1997

B.4 BRANDFARLIG VÄTSKA

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin.

Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrands scenarier:

- Liten pölbrand: 100 m²
- Stor pölbrand: 400 m²

B.4.1 Skadeavstånd

B.4.1.1 Beräkningsmetodik

Strålningsberäkningarna har genomförts med handberäkningar. Beräkningarna av den värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs utifrån beräkning av följande faktorer:

- brandeffekt
- flamhöjd
- utfallande värmestrålning
- synfaktor
- infallande strålning på olika avstånd från branden

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd används för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen.

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /3/.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /4/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_F = D$ /3/.

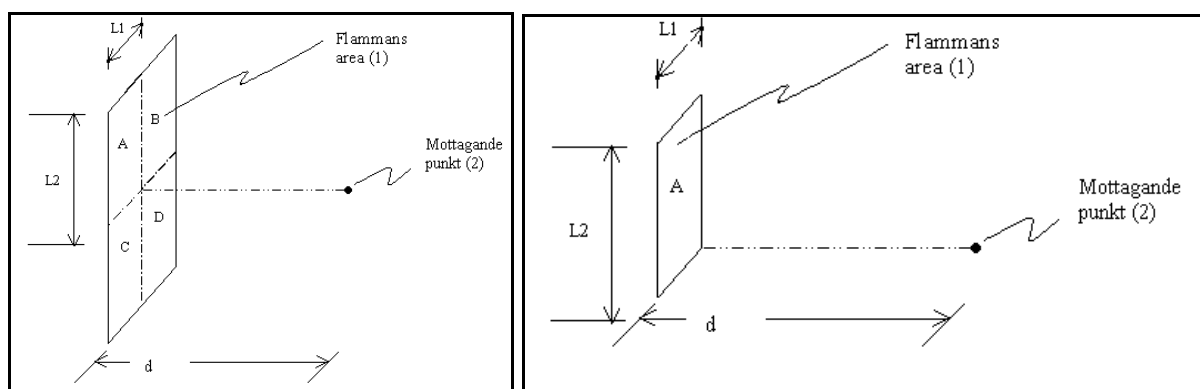
/3/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/4/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

Utfallande strålning (I_0) – Den utfallande strålningen (kW/m^2) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammen, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /5/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.2). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.



Figur B.2. Synfaktor.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /6/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

Respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor beräknas med nedanstående ekvation /7/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.2.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

/5/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/6/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/7/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

B.4.1.2 Beräkningar och resultat

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för respektive pölbrandscenario (se tabell B.5).

Tabell B.5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m ²)
Liten pölbrand	100	100 000	11,3	16,8	46,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	26,3	37,7

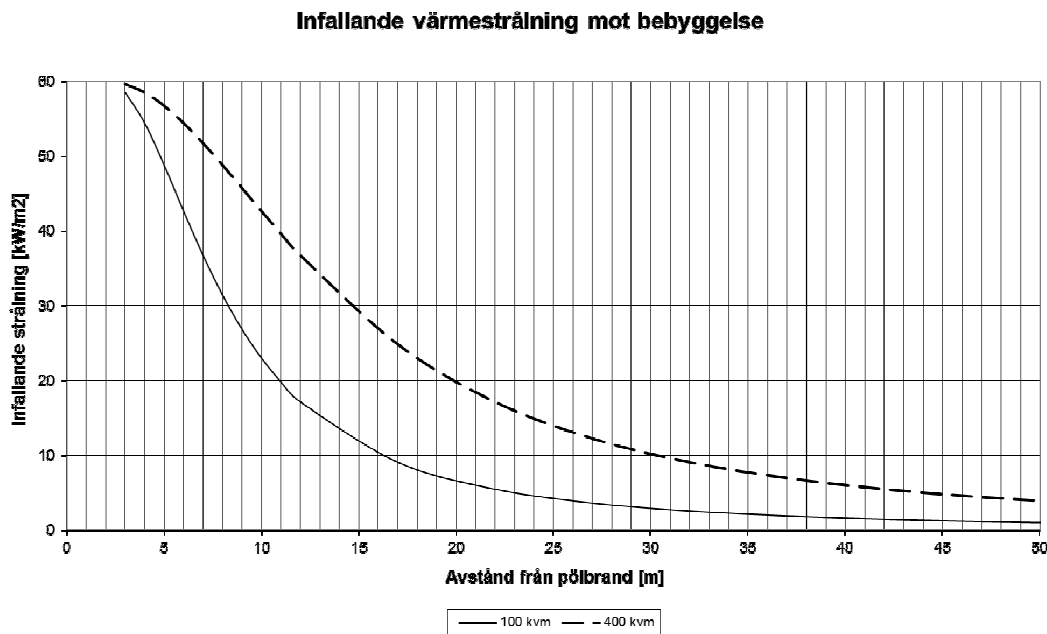
Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.6. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² för samtliga brandscenarier.

Tabell B.6. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	Liten pölbrand (100 m ²)		Stor pölbrand (400 m ²)	
	$F_{1,2}$	q_r''	$F_{1,2}$	q_r''
5	0,61	36,7	0,86	51,7
10	0,29	17,1	0,61	36,7
15	0,15	9,1	0,41	24,9
20	0,09	5,5	0,29	17,1
25	0,06	3,6	0,20	12,3
30	0,04	2,6	0,15	9,1
35	0,03	1,9	0,12	7,0
40	0,02	1,5	0,09	5,5
45	0,02	1,2	0,07	4,4
50	0,02	1,0	0,06	3,6

I figur B.3 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från pölbranden. Nynäsbanan ligger lägre än omgivningen (både planområdet och kringliggande områden), vilket behöver beaktas. Nivåskillnaden reducerar pölbrandens skadeområde, framförallt genom att utsläppet hindras att spridas mot planområdet. Detta innebär en markant minskning av skadeområdet jämfört med om planområdet och järnvägen hade legat på samma nivå och vätskeutsläppet hade kunnat spridas fritt.

Med hänsyn till nivåskillnaden mellan järnväg och planområde uppskattas pölen spridas som mest 2 meter från järnvägsspåret.



Figur B.3. Infällande strålning som funktion av avståndet från pölbrand.

Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan han/hon reagerar. Nedan redovisas uppskattade andelar omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus. De uppskattade nivåerna härstammar från uppgifter om strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra /2, 3/:

- 10 kW/m²: 1 % omkommer
- 60 kW/m²: 50 % omkommer
- 80 kW/m²: 100 % omkommer

Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen för brandspridning uppskattas vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas /2, 3/. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

Sammanställning

Utifrån ovanstående beräkningar och de kriterier som anges ovan görs en grov (och konservativ) uppskattning av skadeområdena för respektive brandscenario i tabell B.7.

Tabell B.7. Sammanställning av skadeområden för kritiska strålningsnivåer vid pölbrand.

Strålningsnivå	Avstånd från brand		Konsekvens
	100 kvm	400 kvm	
10 kW/m ²	16 m	ca 30 m	1 % antas omkomna utomhus
60 kW/m ²	< 5 m	ca 5 m	50 % antas omkomma utomhus
80 kW/m ²	< 1 m	< 1 m	100 % antas omkomma utomhus
15 kW/m ²	ca 13 m	ca 23 m	10 % antas omkomma inomhus

B.4.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående skadeområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario, se tabell B.8. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.3.1.

Tabell B.8. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brandfarlig vätska på Nynäsbanan i höjd med kv. Bonden.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten pölbrand	U: ca 15 I: ca 15	U: ca 700 I: ca 700	< 50 %	0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.
Stor pölbrand	U: ca 30 m I: ca 25 m	U: ca 2830 I: ca 1960	< 50 %	0-1 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.

B.5 KÄNSLIGHETSANALYS

B.5.1 Allmänt

Risikanalysen avgränsas till att beakta de olycksrisker som utifrån den inledande risikanalysen bedöms påverka risknivån inom planområdet. I den inledande risikanalysen konstateras dock att det statistiska underlaget avseende förekomst av respektive farligt godsklass samt transportmängder på den aktuella järnvägen omfattar osäkerheter. Dessa osäkerheter behöver beaktas i den fördjupade risikanalysen för att inte underskatta risknivån.

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas därför en känslighetsanalys som även beaktar olycksrisker förknippade med övriga farligt godsklasser som vid en eventuell olycka bedöms kunna påverka det aktuella planområdet.

B.5.2 Klass 1. Explosiva ämnen

Enligt bilaga A begränsas känslighetsanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet.

Konsekvensberäkningarna kommer att omfatta följande skadescenario:

- 25000 kg massexplosiva ämnen

B.5.2.1 Skadeavstånd

Bedömningskriterier

Utomhus: En oskyddad människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går dock gränsen för dödliga skador vid /2/:

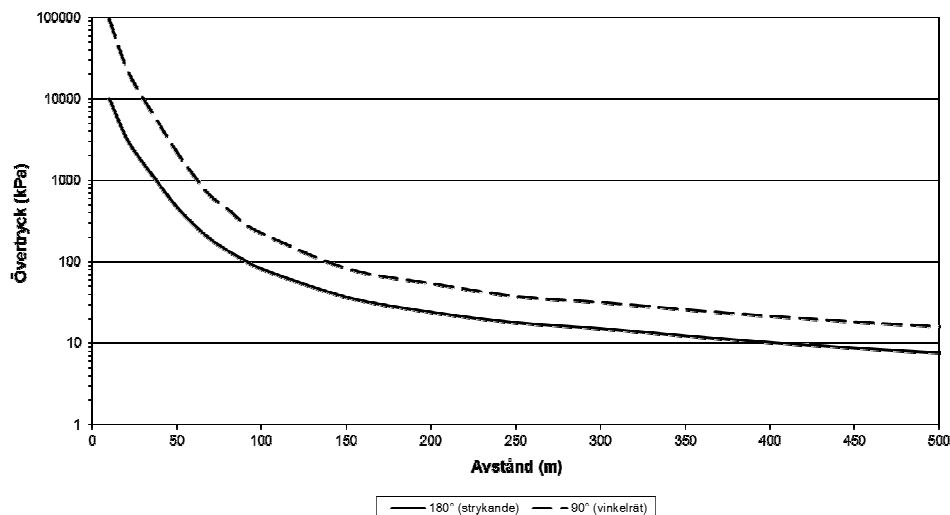
- 180 kPa: 1 % omkomna
- 260 kPa: 50 % omkomna
- 350 kPa: 100 % omkomna

Inomhus: En byggnad klarar tryck sämre än en människa och byggnader kan vid en omfattande explosion raderas inom ett mycket stort område till följd av att de bärande konstruktionerna slås ut. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas /2/: $I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$

Beräkningar

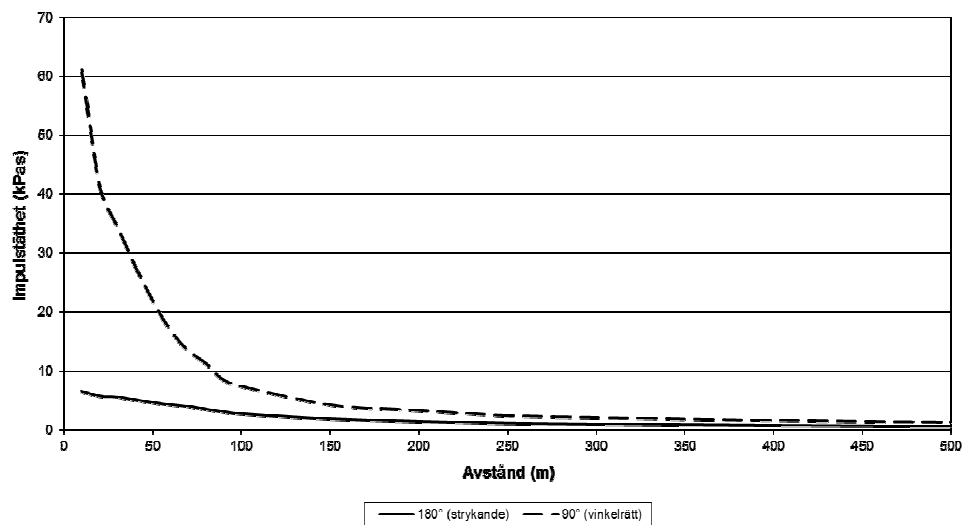
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för respektive explosionsscenario. Beräkningarna följer den metodik som redovisas i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /8/. I figur B.4-B.5 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft.

Först beräknas det s.k. infallande trycket respektive impulstätheten, vilket kan uppmätas vid strykande infall av trycket över en yta, d.v.s. om ytan som trycket faller in mot ligger i linje med tryckvågen. Då den nya bebyggelsen planeras längs med järnvägen faller dock trycket in vinkelrätt mot byggnaderna, vilket innebär högre tryck och impulstäthet p.g.a. det reflekterande trycket. Hur mycket högre tryck och impulstäthet blir beror av den infallande vinkeln samt den beräknade trycknivån (P_+). Vid större avstånd är kvoten mellan reflekterat och infallande tryck störst vid ett vinkelrätt tryckinfall (90°).



Figur B.4. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation på eller nära mark.

/8/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B.5. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation på eller nära mark.

Utifrån beräkningarna av övertryck och impulstäthet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Bedömningen görs utifrån ekvationen som redovisas ovan. Byggnadsdelarna har delats upp på bärande byggnadsdelar och icke bärande lätta respektive medeltunga byggnadsdelar. De infallande tryck som redovisas i figur B.4 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.4 respektive B.5. I tabell B.9 redovisas uppskattade konsekvensavstånd för respektive explosionsscenario.

Tabell B.9. Avstånd inom vilka byggnader uppskattas rasa, helt eller delvis, vid en stor massexplosion på Nynäsbanan.

Konsekvens	Skadeavstånd
Oskyddad byggnad utan framförliggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	80-90 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	> 500 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	400-450 m
Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförliggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	50-60 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	150-200 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	100-150 m
Oskyddade personer utomhus	70 m

B.5.2.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.10.

Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.5.2.1.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- I **kollapsade delar** av bebyggelse (d.v.s. där hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner) förväntas 80 % omkomma. I **resterande delar** (d.v.s. där endast icke bärande konstruktioner rasar) förväntas 15 % omkomma.
- **Utomhus** bedöms 100 % omkomma vid en så omfattande explosionslast

Tabell B.10. Uppskattat antal omkomna vid olycka med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan i höjd med kv. Bonden.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skade- område (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Explosion 25 ton	U: 70 m I: 150-200 m	U: 15385 I: 125600	100 %	25-50* / 0	15-80 %	235-405 / 260-385 **	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan.

* Varav ca 15-30 inom planområdet.

** Varav ca 65-95 dagtid respektive 130-190 nattetid inom planområdet.

B.5.3 Klass 2.3. Giftig gas

Den icke brännbara men giftiga gasen antas mycket konservativt bestå av klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större mängd på järnväg i Sverige. Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

B.5.3.1 Skadeavstånd

Indata

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca 65 ton klor. Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 ton)
- Bebyggelse: Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
- Lagringstemperatur: 15°C
- Väder: 15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarier har simulerats:

- Litet utsläpp (packningsläckage): - 0,45 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): - 112 kg/s

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Beräkningar

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning. I tabell B.8 redovisas de erhållna skadeområdena som erhålls efter 30 minuter från utsläppets start.

Tabell B.11. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med icke brännbar, men giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel som omkommer inom respektive skadeområde.

Scenario	Andel omkomna	Skadeavstånd (L*Bmax) [m]	
		Utomhus	Inomhus
Litet utsläpp	100 %	10 x 4	-
	50 %	30 x 20	-
	5 %	50 x 30	15 x 4
Stort utsläpp	100 %	250 x 140	50 x 20
	50 %	430 x 240	260 x 80
	5 %	670 x 360	345 x 190

B.5.3.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.12.

Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.5.3.1.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- För utsläpp av giftig gas förutsätts att utsläppet är riktat mot det aktuella planområdet. Detta ger störst konsekvens avseende ny bebyggelse.

Tabell B.12. Uppskattat antal omkomna vid olycka med giftig gas på Nynäsbanan i höjd med kv. Bonden.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skade- område (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Litet utsläpp giftig gas	U: 50 x 30 I: 15 x 5	U: 1500 I: 75	5-50 %	1-2 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar. Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.
Stort utsläpp giftig gas	U: 670 x 360 I: 345-190	U: 241200 I: 65550	50-100%	120-220* / 0	50-100%	280-490 / 285-425**	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan.

* Varav ca 15-30 inom planområdet.

** Varav ca 60-90 dagtid respektive 120-180 nattetid inom planområdet.

B.5.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensen, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

Det antas mycket konservativt att den explosiva blandningen som kan produceras vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosion med 25 ton massexplosiva ämnen.

Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt B.5.2.

**Kv. Bonden 1 i Trångsund,
Huddinge kommun**

Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan

BILAGA C

RISKBERÄKNINGAR

C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

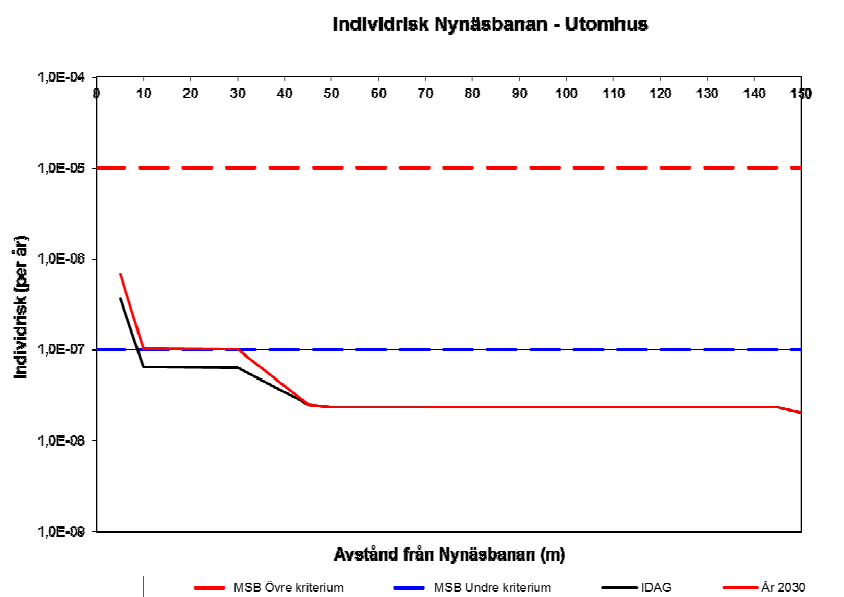
För ny bebyggelse inom planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund redovisas risken genom att beräkna den platsspecifika individrisken. Individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

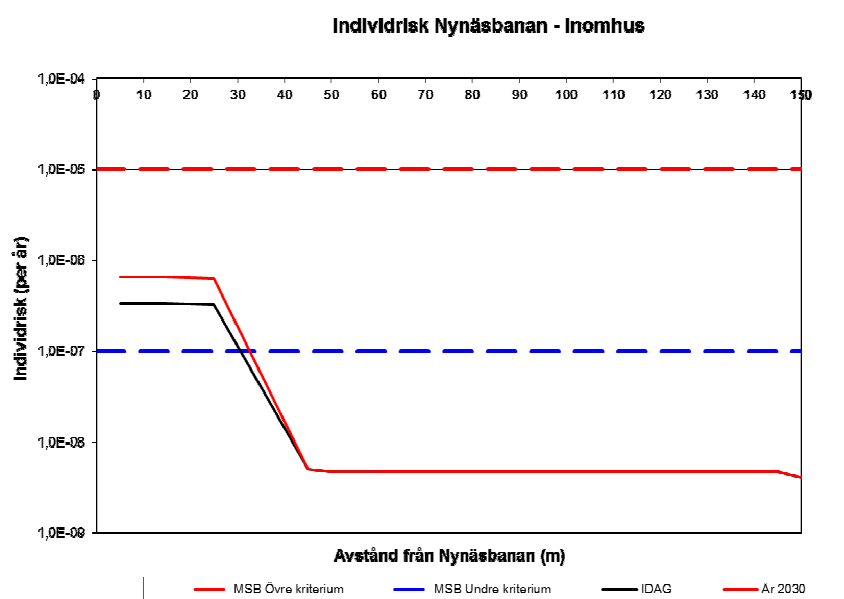
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den studerade järnvägsträckan. Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella järnvägsträckan. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet det motsatta, d.v.s. personer inom området kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras alternativt ökas frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Frekvensen har beräknats för en sträcka på 100 m för Nynäsbanan. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta att för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser blir dessutom inte skadeområdet cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

I figur C.1 och figur C.2 redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet kv. Bonden 1 i förhållande till Nynäsbanan. Avståndet utgår från närmaste spårkant.

Underlaget som använts för beräkning av individriskprofilerna redovisas i tabell C.1. Den reducerade frekvensen som redovisas utgör frekvensen för respektive skadescenario enligt bilaga A multiplicerat med sannolikheten för ovanstående faktorer (d.v.s. sannolikheten att omkomma, andelen av sträckan respektive andelen av ett cirkulärt område).



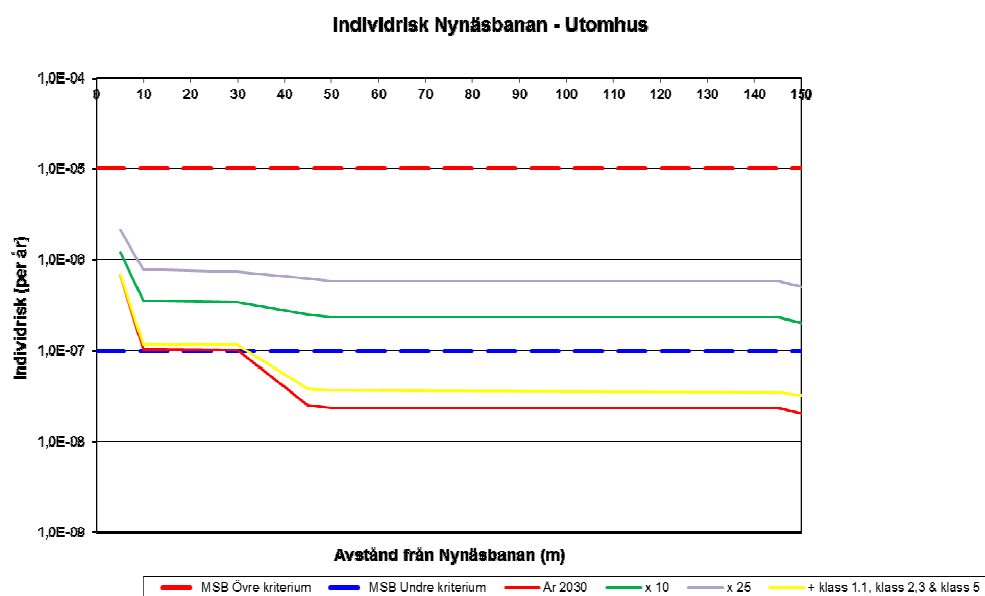
Figur C.1. Individeriskprofiler för person utomhus inom kv. Bonden 1 som funktion av avståndet till Nynäsbanan.



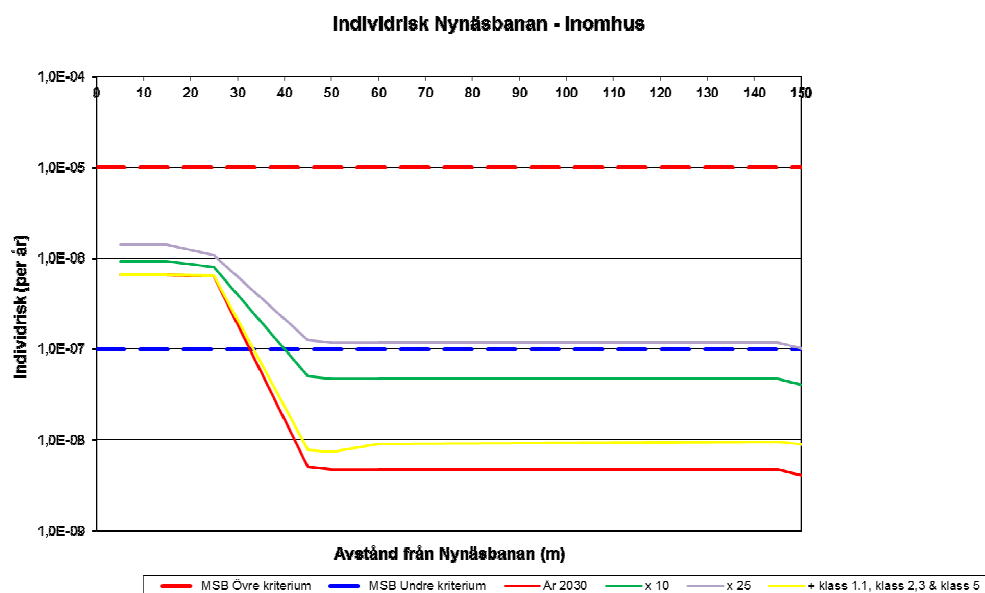
Figur C.2. Individeriskprofiler för person inomhus inom kv. Bonden 1 som funktion av avståndet till Nynäsbanan.

C.1.1 Känslighetsanalys

I figur C.3 och C.4 redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet transporter med brännbara gaser och brandfarliga vätskor samt tillkommande olycksrisker förknippade med eventuella transporter av övriga farligt godsklasser (klass 1.1, klass 2.3 samt klass 5). Underlaget redovisas i tabell C.2.



Figur C.3. Känslighetsanalys – Individrisk utomhus.



Figur C.4. Känslighetsanalys – Individrisk inomhus.

C.1.2 Tabeller – underlag individriskberäkningar

Tabell C.1. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet kv. Bonden 1 med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens	
					Idag	År 2030
Utomhus						
Klass 2.1. Brännbara gaser						
Liten jetflamma	5	50%	10,0%	19,1%	1,0E-10	1,0E-10
Liten gasmolnexplosion	5	50%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	50%	90,0%	17,0%	1,6E-09	1,6E-09
Stor gasmolnexplosion	145	50%	290,0%	17,6%	1,4E-08	1,4E-08
BLEVE	175	50%	350,0%	100,0%	9,6E-09	9,7E-09
	265	15%	530,0%	100,0%	4,4E-09	4,4E-09
Klass 3. Brandfarliga vätskor						
Liten pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	1,8E-08	2,2E-08
	15	1%	30,0%	100,0%	1,1E-09	1,3E-09
Stor pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	1,1E-08	1,3E-08
	30	1%	60,0%	100,0%	1,3E-09	1,6E-09
Tågbrand						
Brand i godståg	5	50%	10,0%	100,0%	3,1E-07	6,2E-07
	30	1%	60,0%	100,0%	3,7E-08	7,4E-08
Inomhus						
Klass 2.1. Brännbara gaser						
Liten jetflamma	5	10%	10,0%	19,1%	2,1E-11	2,1E-11
Liten gasmolnexplosion	5	10%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	10%	90,0%	17,0%	3,3E-10	3,3E-10
Stor gasmolnexplosion	145	10%	290,0%	17,6%	2,8E-09	2,8E-09
BLEVE	175	10%	350,0%	100,0%	1,9E-09	1,9E-09
Klass 3. Brandfarliga vätskor						
Liten pölbrand	15	10%	30,0%	100,0%	1,1E-08	1,3E-08
Stor pölbrand	25	10%	50,0%	100,0%	1,1E-08	1,3E-08
Tågbrand						
Brand i godståg	25	10%	50,0%	100,0%	3,1E-07	6,2E-07

Tabell C.2. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet kv. Bonden 1 med avseende på Nynäsbanan– **Känslighetsanalys**.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slit att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens		
					År 2030 x 10	År 2030 x 25	+ klass 1.1, 2.3 och 5
Utomhus							
Klass 1. Explosiva ämnen							
Detonation 25 ton massexpositivt ämne	70	100%	140,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	3,9E-10
Klass 2.1. Brännbara gaser							
Liten jetflamma	5	50%	10,0%	19,1%	1,0E-09	2,6E-09	1,0E-10
Liten gasmolnexplosion	5	50%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	50%	90,0%	17,0%	1,6E-08	4,1E-08	1,6E-09
Stor gasmolnexplosion	145	50%	290,0%	17,6%	1,4E-07	3,4E-07	1,4E-08
BLEVE	175	50%	350,0%	100,0%	9,7E-08	2,4E-07	9,7E-09
	265	15%	530,0%	100,0%	4,4E-08	1,1E-07	4,4E-09
Klass 2.3 Giftiga gaser							
Litet läckage giftig gas	10	100%	20,0%	8,0%	0,0E+00	0,0E+00	4,1E-10
	30	50%	60,0%	15,9%	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-09
	50	5%	100,0%	9,6%	0,0E+00	0,0E+00	1,2E-10
Stort läckage giftig gas	250	100%	500,0%	8,9%	0,0E+00	0,0E+00	1,1E-08
	430	50%	860,0%	8,9%	0,0E+00	0,0E+00	9,8E-09
	670	5%	1340,0%	8,6%	0,0E+00	0,0E+00	1,5E-09
Klass 3. Brandfarliga vätskor							
Liten pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	2,2E-07	5,5E-07	2,2E-08
	15	1%	30,0%	100,0%	1,3E-08	3,3E-08	1,3E-09
Stor pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	1,3E-07	3,3E-07	1,3E-08
	30	1%	60,0%	100,0%	1,6E-08	3,9E-08	1,6E-09
Klass 5. Oxiderande ämnen							
Explosivartad självantändning	70	100%	140,0%	100,0%	0,0E+00	0,0E+00	9,6E-10
Tågbrand							
Brand i godståg	5	50%	10,0%	100,0%	6,2E-07	6,2E-07	6,2E-07
	30	1%	60,0%	100,0%	7,4E-08	7,4E-08	7,4E-08

Fort. Tabell C.2..

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens		
					År 2030 x 10	År 2030 x 25	+ klass 1.1, 2.3 och 5
Inomhus							
Klass 1. Explosiva ämnen							
Detonation 25 ton massexplosivt ämne	60	80%	120,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	2,7E-10
	200	15%	400,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	1,7E-10
Klass 2.1. Brännbara gaser							
Liten jetflamma	5	10%	10,0%	19,1%	2,1E-10	5,2E-10	2,1E-11
Liten gasmolnexplosion	5	10%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	10%	90,0%	17,0%	3,3E-09	8,2E-09	3,3E-10
Stor gasmolnexplosion	145	10%	290,0%	17,6%	2,8E-08	6,9E-08	2,8E-09
BLEVE	175	10%	350,0%	100,0%	1,9E-08	4,8E-08	1,9E-09
Klass 2.3 Giftiga gaser							
Litet läckage giftig gas	15	5%	30,0%	5,3%	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-11
Stort läckage giftig gas	50	100%	100,0%	6,4%	0,0E+00	0,0E+00	1,6E-09
	260	50%	520,0%	4,9%	0,0E+00	0,0E+00	3,3E-09
	345	5%	690,0%	8,8%	0,0E+00	0,0E+00	7,7E-10
Klass 3. Brandfarliga vätskor							
Liten pölbrand	15	10%	30,0%	100,0%	1,3E-07	3,3E-07	1,3E-08
Stor pölbrand	25	10%	50,0%	100,0%	1,3E-07	3,3E-07	1,3E-08
Klass 5. Oxiderande ämnen							
Explosivartad självantändning	60	100%	120,0%	100,0%	0,0E+00	0,0E+00	8,3E-10
	200	50%	400,0%	100,0%	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-09
Tågbrand							
Brand i godståg	25	10%	50,0%	100,0%	6,2E-07	6,2E-07	6,2E-07

C.2 BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

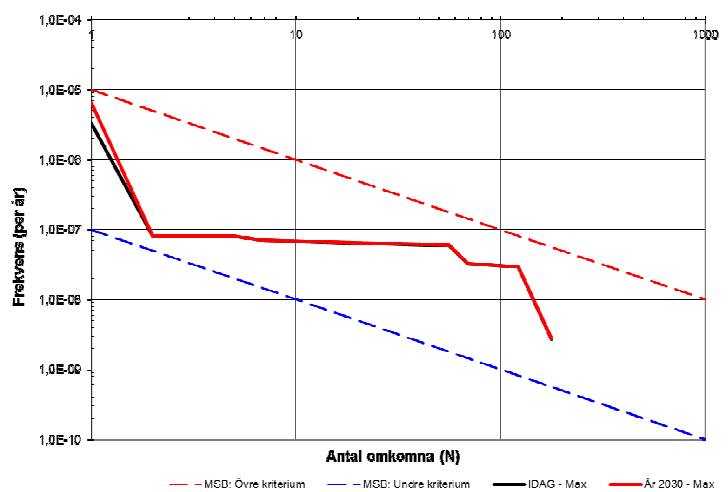
Samhällsriskens omfattar den påverkan som en riskkälla medför för hela sin omgivning. Således inkluderas även områden utanför aktuellt planområde. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvensen plottas mot konsekvens i ett logaritmerat diagram. Frekvensen uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvensen i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

De angivna riskkriterierna gäller för en 1 000 meter lång sträcka av järnväg alternativt väg. Frekvensberäkningarna har gjorts för en sträcka på 100 meter. Hänsyn till detta kan tas antingen genom att räkna om de beräknade frekvenserna alternativt omvandla kriterierna så att de gäller den aktuella sträckan. Valet av metoden påverkar inte resultatet. I denna analys kommer kriterierna att omvandlas så att de motsvarar den studerade sträckan.

Även avseende samhällsrisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

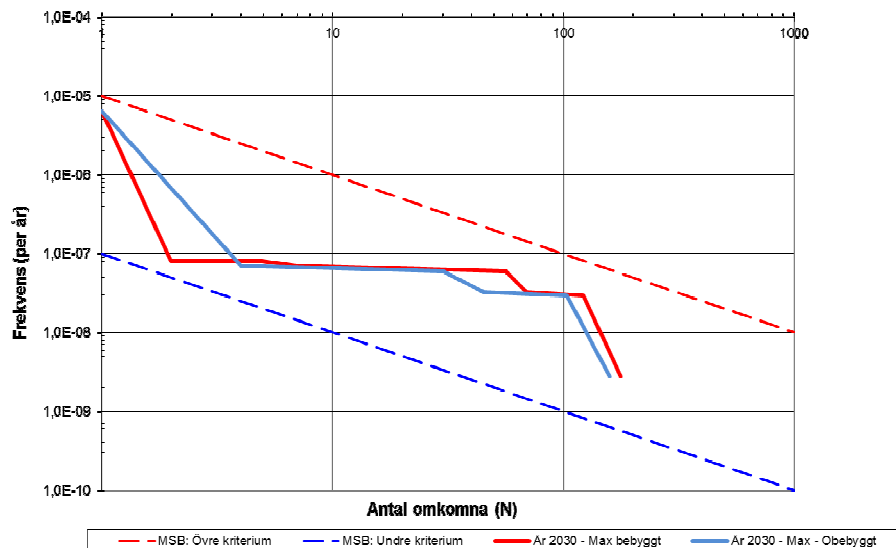
1. Främst gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Nynäsbanan. Persontätheten varierar även över dygnet. Dessa antaganden redovisas i Bilaga B och påverkar konsekvensberäkningarna.
2. En olycka har antagits ske mitt för det aktuella planområdet.
3. Fördelningen mellan när godstrafiken sker på Nynäsbanan bedöms vara relativt jämn. Den höga belastningen på järnvägen under dagtiden innebär att flera godståg kommer gå nattetid jämfört med nationell statistik. 50 % av transportererna bedöms ske dagtid, övriga 50 % bedöms ske nattetid.

I figur C.5 redovisas beräknad samhällsrisk inom det studerade området. Beräkningar av samhällsrisk har genomförts med den planerade förändringen av kv. Bonden 1 samt med hänsyn till befintlig bebyggelse i kringliggande områden inom 150 m från olycksplatsen. Underlaget till F/N-kurvan redovisas i tabell C.3.



Figur C.5. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan.

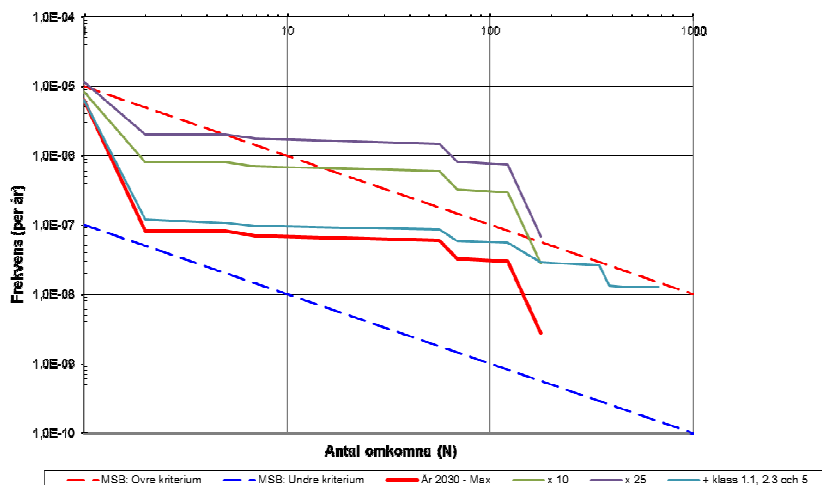
För att studera hur den nya bebyggelsen påverkar samhällsrisker inom det aktuella området (inkl. närområdet) redovisas i figur C.6 även den beräknade samhällsrisker med befintliga förhållanden, d.v.s. utan ny bebyggelse. Förutsättningarna är i övrigt desamma som för beräkningarna ovan. I figur C.6 redovisas samhällsrisker år 2030 med, respektive utan ny bebyggelse inom kv. Bonden 1. Underlaget till F/N-kurvan redovisas i tabell C.4.



Figur C.6. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse respektive befintliga förutsättningar inom kv. Bonden 1 och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan.

C.2.1 Känslighetsanalys

I figur C.6 redovisas samhällsrisker för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet transporter med brännbara gaser och brandfarliga vätskor samt tillkommande olycksrisker förknippade med eventuella transporter av övriga farligt godsklasser (klass 1.1, klass 2.3 samt klass 5). Underlaget redovisas i tabell C.4.



Figur C.7. Känslighetsanalys – Samhällsrisk.

C.2.2 Tabeller – underlag individriskberäkningar

Tabell C.3. Underlag för beräkning av samhällsrisk för ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan.

Scenario	Antal omkomna		Andel av dygn	Reducerad frekvens		Kommentar
	Min	Max		Idag	År 2030	
Klass 2.1. Brännbara gaser						
Liten jetflamma	0	0	100%	1,1E-08	1,1E-08	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde. Inga omkomna.
Liten gasmolnexplosion	0	0	100%	0,0E+00	0,0E+00	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde. Inga omkomna.
Stor jetflamma						Påverkar endast planområdet. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	4	7	50%	1,1E-08	1,1E-08	
Natttid	3	5	50%	1,1E-08	1,1E-08	
Stor gasmolnexplosion			50%			Påverkar planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	73	122	50%	2,7E-08	2,7E-08	
Natttid	36	56	50%	2,7E-08	2,7E-08	
BLEVE						Påverkar planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	103	177	50%	2,8E-09	2,8E-09	
Natttid	46	69	50%	2,8E-09	2,8E-09	
Klass 3. Brandfarliga vätskor						
Liten pölbrand	0	0	100%	3,6E-07	4,4E-07	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. < 1 omkomna.
Stor pölbrand						Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. 0-1 omkomna.
Dagtid	0	1	50%	1,1E-07	1,3E-07	
Natttid	0	0	50%	1,1E-07	1,3E-07	
Tågbrand						
Brand i godståg						Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. 0-1 omkomna.
Dagtid	0	1	50%	3,1E-06	6,2E-06	
Natttid	0	0	50%	3,1E-06	6,2E-06	

Tabell C.4. Underlag för beräkning av samhällsrisk för ny bebyggelse inom kv. Bonden 1 och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan – **Känslighetsanalys.**

Scenario	Antal omkomna		Andel av dygn	Reducerad frekvens			Kommentar
	Min	Max		År 2030 x 10	År 2030 x 25	+ klass 1.1, 2.3 och 5	
Klass 1. Explosiva ämnen							
Detonation 25 ton massexplosivt ämne							Påverkar planområde och kringliggande områden öster <u>och</u> väster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	260	455	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-10	
Nattetid	260	385	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,4E-10	
Klass 2.1. Brännbara gaser							
Liten jetflamma	0	0	100%	1,1E-07	2,7E-07	1,1E-08	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde. Inga omkomna.
Liten gasmolnexplosion	0	0	100%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde. Inga omkomna.
Stor jetflamma							Påverkar endast planområdet. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	4	7	50%	1,1E-07	2,7E-07	1,1E-08	
Nattetid	3	5	50%	1,1E-07	2,7E-07	1,1E-08	
Stor gasmolnexplosion			50%				Påverkar planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	73	122	50%	2,7E-07	6,8E-07	2,7E-08	
Nattetid	36	56	50%	2,7E-07	6,8E-07	2,7E-08	
BLEVE							Påverkar planområde och kringliggande områden öster <u>och</u> väster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	103	177	50%	2,8E-08	6,9E-08	2,8E-09	
Nattetid	46	69	50%	2,8E-08	6,9E-08	2,8E-09	
Klass 2.3 Giftiga gaser							
Litet läckage giftig gas							Påverkar endast planområdet.
Dagtid	1	2	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,3E-08	Endast obebyggda delar.
Nattetid	0	0	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,3E-08	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.
Stort läckage giftig gas							Påverkar planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	380	670	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,3E-08	
Nattetid	230	345	50%	0,0E+00	0,0E+00	1,3E-08	
Klass 3. Brandfarliga vätskor							
Liten pölbrand	0	0	100%	4,4E-06	1,1E-05	4,4E-07	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. < 1 omkomna.
Stor pölbrand							Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. 0-1 omkomna.
Dagtid	0	1	50%	1,3E-06	3,3E-06	1,3E-07	
Nattetid	0	0	50%	1,3E-06	3,3E-06	1,3E-07	
Klass 5. Oxiderande ämnen							
Explosivartad självantändning							Påverkar planområde och kringliggande områden öster <u>och</u> väster om Nynäsbanan. Obebyggda och bebyggda delar.
Dagtid	260	455	50%	0,0E+00	0,0E+00	3,4E-10	
Nattetid	260	385	50%	0,0E+00	0,0E+00	3,4E-10	
Tågbrand							
Brand i godståg							Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar med mycket begränsad persontäthet. 0-1 omkomna.
Dagtid	0	1	50%	6,2E-06	6,2E-06	6,2E-06	
Nattetid	0	0	50%	6,2E-06	6,2E-06	6,2E-06	

**Kv. Bonden 1 i Trångsund,
Huddinge kommun**

Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan

BILAGA D

METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

D.1 INLEDNING

I denna bilaga beskrivs och redovisas de metoder som har använts samt de förutsättningar som finns för arbetet med riskanalysen. Informationen i denna bilaga är av allmän karaktär och redovisas med syfte att tydliggöra de metoder som har använts under analysarbetet samt redogöra för de förutsättningar som gäller.

I huvudrapporten refereras det till vissa stycken i denna bilaga. Det kan då vara bra att läsa igenom dessa för att få en tydligare bild av bakgrunden till dessa resonemang.

D.2 FÖRUTSÄTTNINGAR

D.2.1 Lagstiftning och riktlinjer

D.2.1.1 Riskhänsyn vid fysisk planering

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt **Plan- och bygglagen (2010:900)** skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i **Miljöbalken (1998:808)**.

Länsstyrelsen i Stockholms Län anger i Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /1/ att om bebyggelse planeras inom ett avstånd mindre än 100 meter från väg för transport av farligt gods eller järnväg så skall en riskanalys utgöra ett av beslutsunderlagen i planärendet. Vidare rekommenderas olika skyddsavstånd vilka redovisas i Tabell D.1. För att undvika risker förknippade med urspårning och olyckor med petroleumprodukter rekommenderas dessutom att 25 meter närmast järnväg och väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

I rapporten konstateras även att risksituationen i vissa fall kan behöva utredas även utanför 100 m.

/1/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01

Tabell D.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till infrastruktur med transporter av farligt gods samt bensinstationer.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Vägar med transporter av farligt gods	Tät kontorsbebyggelse	40 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
	Personintensiv verksamhet	75 m
Järnvägar	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m
Bensinstationer	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m

De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

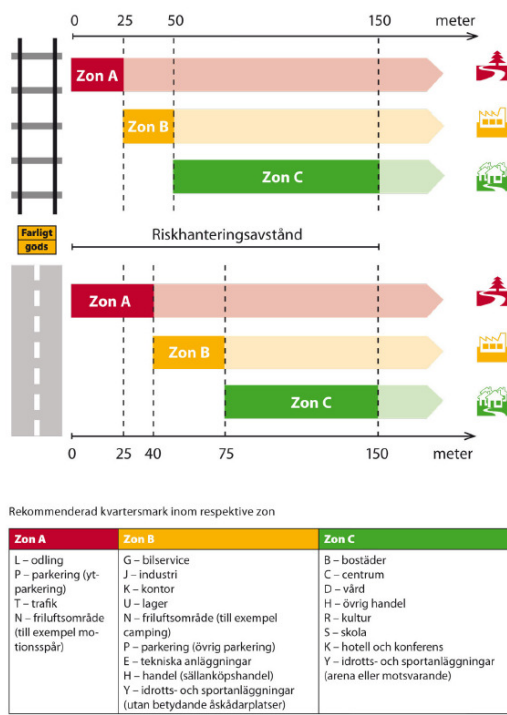
En ny rapport från Länsstyrelsen har varit på remiss under hösten 2012 /2/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur D.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.

I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods:

"Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.

Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C. "

/2/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012



Figur D.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012.

D.2.2 Värdering av risk

D.2.2.1 Principer för riskvärdering

Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är:

- **Principen om undvikande av katastrofer.** Katastrofer ska undvikas.
- **Fördelningsprincipen.** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Rimlighetsprincipen.** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- **Proportionalitetsprincipen.** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällans nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

D.2.2.2 Acceptanskriterier i Stockholms län

I Stockholms län används normalt de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk* /3/. I tabell D.2 redovisas dessa kriterier.

Tabell D.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna avseende samhällsrisk gäller för en väg-/järnvägssträcka av 1 km vilket i princip innebär att om de studerade området omfattar en kortare sträcka ska även den tillåtna risknivån reduceras. Exempelvis för ett område på 100 meter ska då endast en tiondel av samhällsrisken tillåtas. Samhällsrisken är då att betrakta som en form av grupprisk.

D.3 METOD

D.3.1 Riskinventering

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör sedan grunden för den fortsatta analysen.

D.3.2 Inledande riskanalys

Utifrån genomförd inventering görs en uppställning av möjliga händelser som kan påverka människor inom det studerade området. För identifierade olyckshändelser görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

D.3.3 Fördjupad riskanalys

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en mer detaljerad analys. I den detaljerade analysen kvantifieras risken genom beräkningar av frekvens och konsekvens för respektive scenario. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas vanligen i form av samhällsrisk eller individrisk, se nedan.

/3/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

D.3.3.1 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

D.3.3.2 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

D.3.3.3 Hantering av osäkerheter – känslighetsanalys

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

D.3.3.4 Värdering av risk

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk* /3/ ges förslag på risk-kriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som används i denna analys.

Kriterierna omfattar både individrisk och samhällsrisk och anges i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla. Området mellan kriterierna benämns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls.

D.3.4 Riskreducerande åtgärder

I de fall där det, utifrån använda acceptanskriterier (se D.2.2.2), visar sig att risknivån är oacceptabelt hög anges förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder. Förslag till åtgärder ges även i de fall där risknivån befinner sig i gråzonen mellan acceptabla och oacceptabla risker, det s.k. ALARP-området. I vilken utsträckning åtgärder vidtas i detta fall beror till stor del på kostnadseffektiviteten i föreslagna lösningar samt planerad verksamhet då nivån för vad som bedöms som tolerabel risk varierar något beroende på verksamhet.

D.3.4.1 Diskussion kring rimlighet

För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man beakta begreppet tolerabel risk. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, vilket beror på att bedömningen av huruvida risknivån är acceptabel eller inte varierar något mellan olika verksamheter.

Den undre av de angivna kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiks-verksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen är befolkade dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.

Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.